KATA PENGANTAR

Kurikulum 2013 dirancang untuk memperkuat kompetensi siswa dari sisi sikap, pengetahuan dan keterampilan secara utuh. Keutuhan tersebut menjadi dasar dalam perumusan kompetensi dasar tiap mata pelajaran mencakup kompetensi dasar kelompok sikap, kompetensi dasar kelompok pengetahuan, dan kompetensi dasar kelompok keterampilan. Semua mata pelajaran dirancang mengikuti rumusan tersebut.

Pembelajaran kelas X dan XI jenjang Pendidikan Menengah Kejuruhan yang disajikan dalam buku ini juga tunduk pada ketentuan tersebut. Buku siswa ini diberisi materi pembelajaran yang membekali peserta didik dengan pengetahuan, keterapilan dalam menyajikan pengetahuan yang dikuasai secara kongkrit dan abstrak, dan sikap sebagai makhluk yang mensyukuri anugerah alam semesta yang dikaruniakan kepadanya melalui pemanfaatan yang bertanggung jawab.

Buku ini menjabarkan usaha minimal yang harus dilakukan siswa untuk mencapai kompetensi yang diharuskan. Sesuai dengan pendekatan yang digunakan dalam kurikulum 2013, siswa diberanikan untuk mencari dari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Peran guru sangat penting untuk meningkatkan dan menyesuaikan daya serp siswa dengan ketersediaan kegiatan buku ini. Guru dapat memperkayanya dengan kreasi dalam bentuk kegiatan-kegiatan lain yang sesuai dan relevan yang bersumber dari lingkungan sosial dan alam.

Buku ini sangat terbuka dan terus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan. Untuk itu, kami mengundang para pembaca memberikan kritik, saran, dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan. Atas kontribusi tersebut, kami ucapkan terima kasih. Mudah-mudahan kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045)

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

PETA KEDUDUKAN BUKU TEKS

Keterangan :

: Mata Pelajaran C2

: Mata Pelajaran C3

GLOSARIUM

Bole Height (hb) adalah tinggi batang bebas cabang/jarak antara pangkal batang di tanah dengan Crow Point (awal pecabangan). Bole Height ini sering disebut dengan batang utama pohon.

Defective Length/id adalah panjang cacad kayu atau panjang kayu yang tidak dapat digunakan karena rusak.

Dimensi pohon adalah satuan ukuran untuk pohon berdiri dinyatakan sebagai diameter atau keliling dan tinggi; untuk pohon rebah (setelah ditebang) dinyatakan sebagai diameter atau keliling dan panjang.

Dimensi kayu olahan adalah satuan ukuran yang dinyatakan sebagai panjang, lebar atau tebal/tinggi.

Pohon contoh adalah individu pohon yang dipilih sebagai wakil dari keseluruhan pohon pada luasan areal tertentu. Sebagai pohon pewakil hendaknya mencakup karakteristik dari keseluruhan pohon yang ada (keadaan/kondisi topografi dan kondisi pohon itu sendiri sesuai dengan kondisi hutannya). Sejalan dengan pembuatan Tabel Volume Lokal (TVL), maka jumlah pohon contoh yang digunakan sekitar 50 - 150 pohon menyebar rata untuk luasan 100 ha; atau sekitar 0,5 - 1,5 pohon; atau 1 pohon/ha.

Panjang batang laku dipasaran*/Merchantable Length (hl)* adalah panjang batang mulai dari ujung tunggak sampai dengan ujung kayu yang dapat dipasarkan, terutama cabang bila diameter > batas minimum.

Pohon model adalah individu pohon yang dipilih atau ditentukan didasarkan pada karakteristik pohon itu sendiri. Misalnya bentuk batang lurus, tidak bengkok. Biasanya pohon model diperoleh dari pohon contoh.

Pengukuran kayu adalah tatacara atau metode untuk mengukur dimensi pohon, baik saat berdiri atau setelah ditebang.

Pohon berdiri adalah tumbuhan berkayu yang mempunyai batang jelas, berdiri di atas tanah dengan tinggi minimal 5 meter.

Pohon rebah adalah pohon berdiri yang telah ditebang dan bagian pangkal dan ujungnya (setelah bagian tajuk dibuang/dipotong) dirapikan. Pohon rebah ini diartikan juga sebagai kayu bulat, gelondongan atau logs.

Tunggak adalah bagian pangkal batang yang ditinggalkan setelah penebangan. Tinggi tunggak pada pohon-pohon rimba sekitar 60 - 80 cm. Terkadang karena kondisi lapangan, tinggi tunggak bisa sekitar 40 cm bahkan ada yang mencapai 1 m atau lebih. Khusus tunggak pohon jati justru masih dimanfaatkan untuk keperluan cenderamata.

Tinggi pohon total (h) adalah jarak sumbu batang pohon antara pangkal batang di tanah dengan ujung tajuk.

Tinggi pohon laku dipasaran/Merchantable Height (hm) adalah tinggi batang sampai dengan limit diameter yang laku di pasaran. Limit diameter untuk bahan pulp 4 inch sedangkan untuk kayu gergajian 8 inch.

Tinggi tunggak (*Stump Length/hs*) adalah jarak antara permukaan tanah dengan posisi kayu yang akan ditebang.

Sound Merchantable adalah sama dengan *Merchantable Lenghtminus Defective Length.*

Crow Length adalah jarak antara *Crow Point* dengan ujung tajuk.

Crow Point adalah titik permulaan adanya cabang pada pohon atau titik awal tajuk. Titik ini merupakan ujung dari panjang batang bebas cabang.

Volume adalah hasil penggandaan tiga ukuran (dimensi) yaitu panjang, lebar dan tebal/tinggi.

Volume pohon/batang adalah hasil penggandaan dua ukuran (dimensi) yaitu diameter/keliling dan tinggi/panjang.

Volume tunggak (Stump Volume) adalah volume kayu yang terdiri dari akar dan pangkal pohon sampai ketinggian tertentu (tunggak).

Volume kayu batang (Volume of Stem) adalah volume kayu di atas tunggak sampai batas tajuk. Bagian ini merupakan batang utama pohon yang menyusun volume kayu sampai percabangan pertama.

Volume kayu tebal (Volume of Thick Wood) adalah volume kayu di atas tunggak sampai pada titik dimana diameter 7 cm dengan kulit yang menyusun volume kayu.

Volume kayu pohon (Volume of Tree Wood) merupakan volume kayu yang terdapat di seluruh pohon mulai dari pangkal batang sampai ujung ranting pohon.

I. PENDAHULUAN

A. Deskripsi (Mata Pelajaran)

1. Pengertian

Ilmu Ukur Kayu adalah suatu ilmu yang mempelajari volume kayu (log), pohon dan tegakan serta mempelajari hasil dan pertumbuhan hutan.

2. Rasional

Tuhan telah menciptakan alam semesta ini dengan segala keteraturannya, dalam pelajaran ilmu ukur kayu dengan keteraturan itu selalu ada. Oleh karena itu, segala sesuatu yang dipelajari dalam ilmu ukur kayu membuktikan adanya kebesaran Tuhan. Aktifitas manusia dalam kehidupan tidak lepas dari kebutuhan akan ilmu ukur kayu. Keadaan lingkungan alam merupakan faktor penting bagi kehidupan manusia, bukan hanya manusia bahkan semua makhluk hidup. Lingkungan alam yang dijaga dengan baik maka akan memberikan ketenangan bagi kehidupan makhluk hidup.

B. Prasyarat

Mata pelajaran ilmu ukur kayu merupakan mata pelajaran yang masuk ke dalam kelompok C2 yang menjadi dasar keempat program keahlian. Oleh sebab itu, tidak ada prasyarat untuk mempelajari mata pelajaran ilmu ukur kayu.

C. Petunjuk Penggunaan

1. Penjelasan Bagi Siswa

a. Bacalah bahan ajar ini secara berurutan dari kata pengantar sampai cek kemampuan, pahami dengan benar isi dari setiap materinya.

b. Setelah Anda mengisi cek kemampuan, apakah Anda termasuk kategori orang yang perlu mempelajari bahan ajar ini? Apabila Anda menjawab **YA**, maka pelajari bahan ajar ini.
c. Untuk memudahkan belajar Anda dalam mempelajari bahan ajar ini, maka pelajari dulu tujuan akhir pembelajaran dan kompetensi yang akan dicapai dalam bahan ajar ini. Apabila ada yang kurang jelas tanyakan pada guru pembimbing Anda.
d. Laksanakan semua tugas yang ada dalam bahan ajar ini agar kompetensi Anda berkembang sesuai standar.
e. Buatlah rencana belajar Anda dengan menggunakan format seperti yang ada dalam bahan ajar, konsultasikan dengan guru dan institusi pasangan penjamin mutu hingga mendapatkan persetujuan.
f. Lakukan kegiatan belajar untuk mendapatkan kompetensi sesuai rencana kegiatan belajar yang telah Anda susun dan disetujui oleh guru dan institusi pasangan penjamin mutu.
g. Setiap mempelajari materi, Anda harus mulai dari memahami tujuan kegiatan pembelajarannya, menguasai pengetahuan pendukung (uraian materi), melaksanakan tugas-tugas, dan mengerjakan test formatif.
h. Dalam mengerjakan test formatif, Anda jangan melihat kunci jawaban terlebih dahulu, sebelum Anda menyelesaikan test formatif.
i. Laksanakan lembar kerja untuk pembentukan psikomotorik skills sampai Anda benar-benar terampil sesuai standar. Apabila Anda mengalami kesulitan dalam melaksanakan tugas ini, konsultasikan dengan guru Anda.
j. Setelah Anda merasa benar-benar menguasai seluruh kegiatan belajar dalam bahan ajar ini, mintalah evaluasi dari guru Anda, sekolah, dan institusi pasangan penjamin mutu Anda untuk dapat dinyatakan telah benar-benar menguasai kompetensi tersebut sehingga Anda mendapatkan sertifikat kompetensi.

2. Peran Guru

a. Membantu siswa dalam merencanakan proses belajar.
b. Membimbing siswa melalui tugas-tugas pelatihan yang dijelaskan dalam tahap belajar.
c. Membantu siswa dalam memahami konsep dan praktek baru serta menjawab pertanyaan siswa mengenai proses belajar siswa.
d. Membantu siswa untuk menentukan dan mengakses sumber tambahan lain yang diperlukan untuk belajar.
e. Mengorganisasikan kegiatan belajar kelompok jika diperlukan.
f. Merencanakan seorang ahli/pendamping guru dari tempat kerja untuk membantu jika diperlukan.
g. Melaksanakan penilaian.
h. Menjelaskan kepada siswa mengenai bagian yang perlu untuk dibenahi dan merundingkan rencana pembelajaran selanjutnya.
i. Mencatat pencapaian kemajuan siswa.

D. Tujuan Akhir

Tujuan akhir dari Buku Teks ini adalah Siswa mempunyai kemampuan untuk melakukan pengukuran dan perhitungan pohon rebah.

E. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar

1. Kompetensi Inti

Yang dimaksud dengan **Kompetensi Inti** adalah kualifikasi kemampuan minimal Siswa yang menggambarkan penguasaan sikap, pengetahuan, dan keterampilan yang diharapkan dicapai setelah mempelajari Bahan Ajar. **Kompetensi Inti** terdiri atas sejumlah kompetensi dasar sebagai acuan baku yang harus dicapai. **Kompetensi Inti** untuk Bahan Ajar ini akan

membentuk sikap, pengetahuan, dan keterampilan siswa dalam "Pengukuran dan Perhitungan Pohon Rebah".

2. Kompetensi Dasar

Kompetensi dasar adalah sejumlah kemampuan yang harus dimiliki Siswa dalam mata pelajaran ilmu ukur kayu. Kompetensi dasar tersebut adalah:

a) Menerapkan prinsip-pinsip pengukuran dan perhitungan pohon rebah.
b) Menyajikan data pengukuran kayu dan tanda asal kayu dengan palu tok.

KOMPETENSI INTI DAN KOMPETENSI DASAR
SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN (SMK)/
MADRASAH ALIYAH KEJURUAN (MAK)

BIDANG KEAHLIAN : AGRIBISNIS DAN AGROTEKNOLOGI
PROGRAM KEAHLIAN : KEHUTANAN
PAKET KEAHLIAN : TEKNIK INVENTARISASI DAN PEMETAAN HUTAN
MATA PELAJARAN : ILMU UKUR KAYU

KELAS : XI

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.	Mengamalkan ajaran agama yang dianutnya pada pembelajaran ilmu ukur kayu sebagai amanat untuk kemaslahatan umat manusia. Menyadari kebesaran Tuhan yang mengatur karakteristik pertumbuhan tanaman.
2. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.	Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan percobaan dan berdiskusi. Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan belajar di hutan dan melaporkan hasil kegiatan.

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
3. Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.	Menerapkan prinsip-prinsip pengukuran dan perhitungan pohon berdiri. Menerapkan prinsip-pinsip pengukuran dan perhitungan pohon rebah.
4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.	Melaksanakan pengolahan data tegakan pohon berdasarkan petak dan jenis pohon. Menyaji data pengukuran kayu dan tanda asal kayu dengan palu tok.

F. Cek Kemampuan Awal

Dalam rangka mengetahui kemampuan awal siswa terhadap materi pembelajaran, berikut ini tersedia daftar pertanyaan yang harus dijawab.

Berilah *check point* (√) pada setiap uraian di dalam tabel berikut ini. Isilah sesuai dengan kemampuan Anda yang sebenarnya.

NO.	URAIAN	YA	TIDAK	KET.
1.	Siswa dapat menerapkan dan melaksanakan teknik pengukuran riap			
2.	Siswa dapat menjelaskan peraturan pengukuran kayu bulat rimba Indonesia			
3.	Siswa dapat mengukur volume kayu rebah dengan penandaan			
4.	Siswa dapat mengukur volume kayu rebah tanpa penandaan seksi 1 = (t_g + t_x)			
5.	Siswa dapat mengukur volume kayu rebah tanpa penandaan seksi 1 = (t_g + t_r)			
6.	Siswa dapat menentukan volume kayu rebah dengan cara langsung			
7.	Siswa dapat menentukan volume kayu rebah dengan cara matematis			
8.	Siswa dapat menentukan nilai koreksi bentuk			
9.	Siswa dapat menentukan kecacadan kayu			
10	Siswa dapat menjelaskan palu tok			

Nilai yang diperoleh siswa kemudian dikategorikan sesuai dengan tabel status penguasaan standar kompetensi di bawah ini :

Penguasaan Hasil Belajar	Tingkat Penguasaan	Kriteria	Tindak Lanjut
Belum Menguasai	< 70 %	kurang	Mengulangi proses pembelajaran 1 yang telah dipersyaratkan
Sudah Menguasai	70 % – 79 %	cukup	Penguatan dan Pengayaan dengan bimbingan guru
	80 % – 90 %	baik	Penguatan dan Pengayaan melalui belajar mandiri (Self Learning)
	> 90 %	baik Sekali	Mengerjakan lembar test yang tersedia pada pembelajaran 1

II. PEMBELAJARAN

Kegiatan Pembelajaran Pengukuran dan Perhitungan Pohon Rebah

A. Deskripsi

Keberhasilan dalam melakukan pengelolaan hutan sangat dipengaruhi oleh kemampuan manusia sebagai pengelola hutan itu sendiri. Kemampuan manusia yang dimaksud dalam buku teks ini adalah kemampuan dalam menilai potensi hutan produksi dalam kubikasi (volume kayu). Untuk dapat mengetahui potensi hutan produksi maka dibutuhkan kemampuan pengukuran volume pohon rebah melalui kemampuan dalam melakukan pengukuran kayu. Oleh sebab itu, materi yang disampaikan dalam buku teks ini mengarahkan siswa untuk dapat memahami dan menerapkan ilmu ukur kayu sehingga siswa dapat melakukan pengukuran dan perhitungan pohon rebah.

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

a. Menambah keimanan peserta didik dengan menyadari hubungan keteraturan, keindahan alam, dan kompleksitas alam dalam jagad raya terhadap kebesaran Tuhan yang menciptakannya;
b. Menyadari kebesaran Tuhan yang menciptakan bumi dan seisinya yang memungkinkan bagi makhluk hidup untuk tumbuh dan berkembang;
c. Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; ulet; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap ilmiah dalam melakukan percobaan dan berdiskusi;

d. Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan percobaan dan melaporkan hasil percobaan;
e. Memupuk sikap ilmiah yaitu jujur, obyektif, terbuka, ulet, kritis dan dapat bekerjasama dengan orang lain;
f. Mengembangkan pengalaman menggunakan metode ilmiah untuk merumuskan masalah, mengajukan dan menguji hipotesis melalui percobaan, merancang dan merakit instrumen percobaan, mengumpulkan, mengolah, dan menafsirkan data, serta mengkomunikasikan hasil percobaan secara lisan dan tertulis;
g. Menerapkan prinsip-prinsip pengukuran dan perhitungan pohon rebah.

2. Uraian Materi

Pada dasarnya alat pengukuran pohon rebah tidak berbeda dengan pengukuran pohon berdiri. Namun, jenis alat yang digunakan dalam pengukuran pohon rebah tidak sebanyak dalam pengukuran pohon berdiri. Sebagai contoh, alat ukur diameter pohon berdiri terdiri dari 5 jenis seperti yang telah diuraikan dalam buku teks siswa jilid I, alat ukur diameter pada pohon rebah umumnya menggunakan phi band dan atau kaliper. Sedangkan alat ukur tinggi pohon berdiri terdiri dari 6 jenis seperti yang telah diuraikan dalam buku teks siswa jilid I, alat ukur panjang pohon rebah menggunakan alat ukur panjang atau phi band. **Mengapa dapat terjadi perbedaan banyak jenis alat ukur dimensi pohon tersebut?**

Pohon yang masih berdiri di dalam hutan memberikan kesempatan kepada pengukur untuk memilih alat ukur dimensi pohon yang biasa digunakan olehnya. Dasar pemilihan alat dilakukan atas kemudahan bagi pengukur di dalam melakukan pengukuran dimensi pohon. Tetapi, pohon

yang sudah rebah tidak memberikan kesempatan kepada pengukur untuk memilih alat ukur dimensi pohon karena pada pohon rebah alat ukur dimensi pohon yang dapat digunakan terbatas kepada yang telah disebutkan di atas, yaitu alat ukur diameter pada pohon rebah umumnya menggunakan phi band dan atau kaliper, dan alat ukur panjang pohon rebah menggunakan alat ukur panjang atau phi band, serta pada pohon rebah terdapat aturan-aturan di dalam pengukuran dimensi pohonnya.

Selanjutnya mungkin akan timbul pertanyaan, apakah pemilihan alat ukur dimensi pohon yang berdasarkan kemudahan bagi pengukur tidak akan memberikan bias (perbedaan) terhadap hasil pengukuran dimensi pohonnya? Jawabnya tentu saja bias (perbedaan) hasil pengukuran dimensi pohon dapat terjadi. Namun, Anda tentu belum lupa bahwa di dalam buku teks siswa jilid I telah dibahas mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat ketelitian pengukuran bukan? Selain itu juga, tentu Anda masih ingat di dalam buku teks siswa jilid I disebutkan bahwa bahwa fakta di lapangan pengukur diameter pohon (salah satu dimensi pohon yang diukur) seringkali membagi 3 besaran keliling pohon guna memperoleh besaran diameter pohonnya. Cara memperoleh besaran diameter pohon berdiri di dalam hutan dengan membagi 3 besaran keliling pohon tentu saja akan memberikan dampak bias (perbedaan) nyata terhadap besaran diameter pohon sesungguhnya. Dengan demikian, ternyata bias (perbedaan) terhadap hasil pengukuran dimensi pohon tidak saja dipengaruhi oleh pemilihan jenis alat ukur dimensi pohon, tetapi dapat juga dpengaruhi oleh cara perhitungan untuk memperoleh besaran dimensi pohonnya. Oleh sebab bias (perbedaan) hasil pengukuran dimensi pohon dapat terjadi kapan saja, dengan tidak saja diakibatkan oleh alat ukur dimensi pohon maka sampai saat ini, pemilihan jenis alat ukur dimensi pohon yang digunakan di lapangan sangat bergantung dari kebiasaan pengukur dimensi pohon. Bahkan di lapangan dapat terjadi pengukur dimensi pohon tidak menggunakan alat ukur dimensi pohon

yang tersedia, tetapi pengukur dimensi pohon yang telah terampil dan berpengalaman dapat menerka ukuran diameter dan tinggi pohon dengan tepat.

a. Umur dan Riap.

Sebelum membahas materi pengukuran pohon rebah, mari kita bahas pengertian umur dan riap terlebih dahulu sebagai pengayaan Anda dalam mempelajari materi ilmu ukur kayu pada level yang lebih tinggi. Dengan memahami pengertian umur dan riap, diharapkan akan memudahkan pembelajaran selanjutnya.

1) Umur

Asy'ari dkk. (2012) telah mengungkapkan bahwa umur dalam pertumbuhan (secara umum) merupakan selang waktu sejak tumbuhan itu dinyatakan sebagai anakan, baik dari pembiakan generatif maupun vegetatif sampai dengan umur tertentu dimana tumbuhan tersebut mati secara alami. Atau pengertian umur lebih ringkasnya adalah jangka waktu perubahan/penambahan dimensi sejak sebagai anakan hingga mati secara alami.

Umur pohon atau suatu tegakan dapat ditentukan dengan dua cara, yaitu :

i. Tahun penanaman (rencana perusahaan)

   Cara ini biasa dilakukan pada hutan-hutan tanaman yang termasuk ke dalam rencana perusahaan.

ii. Dimensi pohon (lingkaran tahun) dapat ditentukan dengan cara :

   - Membor batang dengan bor riap.
   - Memotong lintang batang.

Penentuan lingkaran tahun tidak hanya pada batang utama tetapi juga dapat melalui cabang batang.

Terdapat dua kesulitan di dalam menentukan lingkaran tahun, yaitu :

P e r t a m a : Batas lingkaran tahun tidak jelas, terutama bagi jenis-jenis yang tidak menggugurkan daun dan biasanya bertajuk lebat, jenis-jenis tropis yang perbedaan musimnya tidak jelas dan bonitanya rendah.

K e d u a : Adanya lingkaran tahun palsu atau ekstra yang disebabkan oleh penyimpangan faktor lingkungan, perubahan iklim atau gangguan hama penyakit.

2) Riap

Riap merupakan perubahan tambah tumbuh dimensi pohon atau tegakan pada umur atau jangka waktu tertentu. Dengan demikian, riap akan berbanding lurus dengan pertumbuhan pohon. **Mengapa?** Pertumbuhan merupakan perubahan tumbuh dimensi pohon atau tegakan sepanjang umurnya (Asy'ari dkk., 2012).

A. Penentuan riap.

Terdapat dua metode penentuan riap, yaitu :

i. Cara langsung.

- Lingkaran tahunnya dihitung langsung pada penampang lintang batang atau melalui bor riap.

  Riap diameter yang diperoleh dari bor riap, secara regresi linier dinyatakan :

$$r_D = b_0 + b_1 D$$

dengan,

r_D = riap diameter tahunan periodik suatu pohon (tanpa kulit dalam milimeter) selama waktu tertentu (lima tahun atau sepuluh tahun terakhir)

D = diameter setinggi dada (Dsd) dengan kulit (cm)

B = koefisien regresi.

Riap bidang dasar :

bila pengukuran diameter dilakukan pada awal (D_A) dan akhir periode (D_B)

$$r_G = \pi/4\ (2.D_A.r_D + r_D2)$$

Riap luas bidang dasar (r_G) :

bila pengukuran diameter dilakukan pada akhir periode (D_B).

$$r_G = \pi/4\ (2.D_B\ .\ r_D - r_D2)$$

dengan,

r_G = riap bidang dasar selama periode A sampai B (satu atau beberapa tahun)

r_D = riap Dsd

A dan B = waktu pengukuran.

Penentuan riap tinggi dilakukan dengan 4 pendekatan, yaitu :

a. Mengukur panjang ruas tahunan. Cara ini hanya dilakukan untuk species tertentu pada daerah temperate dan boreal.
b. Analisis tinggi terhadap pohon yang ditebang. Perhitungan lingkaran tahun pada penampang lintang untuk berbagai ketinggian, sehingga dapat diketahui penambahan tinggi untuk periode tertentu.

c. Mengukur pertambahan tinggi selama periode tertentu. Cara ini memerlukan waktu yang relatif lama untuk sampai pada pengukuran kedua dan seterusnya.
d. Menentukan riap tinggi berdasarkan kurva tinggi. Riap tinggi yang dibuat melalui kurva sejalan dengan bertambahnya umur. Pada umur tertentu pohon tidak lagi meninggi dan sejak itu pula riap volume hanya dipengaruhi oleh riap diameter.

Riap volume merupakan pertambahan volume selama periode (jangka waktu) tertentu. Secara teori sederhana bahwa riap volume diperoleh dari hasil pengurangan volume pada akhir periode (V_B) terhadap volume awal periode (V_A) untuk periode waktu tertentu.

Riap volume (r_V) :

$V_A = G_A \, T_A \, f_A$ …… (1)

$V_B = G_B \, T_B \, f_B$ …… (2)

sehingga,

$r_V = V_B - V_A$

$r_V = G_B \, T_B \, f_B - G_A \, T_A \, f_A$

$= G_B \, T_B \, f_B - (G_B - r_G)\,(T_B - r_T)\,(f_B - r_f)$

dengan,

G_B = luas bid dasar akhir periode

T_B = tinggi akhir periode

f_B = f-bentuk akhir periode

r_G = riap luas bid dasar

r_T = riap tinggi

r_f = riap

- Berdasarkan tabel tegakan (hutan/tegakan seumur).

  Cara ini didasarkan pada :
  - peninggi dan bidang dasar per hektar (diukur keseluruhan atau sebagian).
  - kemudian ditentukan bonitanya (kelas kesuburan tanah) berdasarkan peninggi dan umurnya.
  - riapnya diperoleh dari hasil selisih antara volume pada permulaan umur dan pada umur akhir pengukuran.

Catatan!

Riap tersebut di atas merupakan riap normal, sehingga riap sebenarnya adalah hasil perkalian antara riap normal dan nilai kerapatan tegakannya.

Berdasarkan hasil inventarisasi berulang (continous inventory system).

ii. Cara tidak langsung (rumusan perhitungan riap bunga berbunga).

Rumusan dasar yang digunakan :

$$p\% = 100 \left\{ \sqrt[n]{\frac{P_n}{P_o}} - 1 \right\}$$

dengan,

p% = persentase riap.

Pn = dimensi pohon/tegakan (diameter, tinggi atau volume) pada waktu diinventarisasi setelah n tahun.

Po = dimensi pohon/tegakan (diameter, tinggi atau volume) pada waktu diinventarisasi pertama kali.

n = jangka waktu antara inventarisasi pertama dan kedua.

100 = konstanta

Berikut pengembangan beberapa rumusan modifikasi penentuan persentase riap, yaitu :

- Berdasarkan volume.
  - Rumus Preszler $p\% = \left(\frac{200}{n}\right)\left(\frac{V_n - V_o}{V_n + V_o}\right)$
  - Rumus Kunze $p\% = \frac{200\,(V_n - V_o)}{(n-1)\,V_n + (n-1)\,V_o}$

  dengan,

  p% = persentase riap

  V_o = volume pada umur 0 tahun

  V_n = volume pada umur n tahun

  n = jangka waktu antara inventarisasi pertama dan kedua

  200 = konstanta

- Berdasarkan diameter.
  - Rumus Preszler $p\% = \left(\frac{200}{n}\right)\left(\frac{Vn^2 - Vo^2}{Vn^2 + Vo^2}\right)$
  - Rumus Schneider $p\% = \frac{400}{r\,D}$
  - Rumus Goverkiante-Hazlink $p\% = \frac{K\,(D_n - D)}{n\,D_o}$
  - Rumus Jonsons $p\% = \left(\frac{100}{n}\right)\left(1 - \frac{{D_o}^2}{{D_n}^2}\right)$

dengan,

p% = persentase riap

D_o = diameter pada umur 0 tahun

D_n = diameter pada umur n tahun

D = diameter rata-rata

n = jangka waktu antara inventarisasi pertama dan kedua

400 = konstanta

200 = konstanta

100 = konstanta

K = konstanta yang besarnya tergantung pada kondisi pohon/tegakan

B. Jenis riap.

Berdasarkan dimensi dan jangka waktu, meriap terdiri dari dimensi yang meriap dan jangka waktu yang diperlukan untuk meriap, yaitu:

i. Dimensi yang meriap.

Dimensi yang dimaksud terkait dengan peubah atau data yang berkaitan dengan diameter, tinggi dan volume.

ii. Jangka waktu meriap.

Keterkaitan dengan waktu yang diperlukan untuk meriap tiap peubah (diameter atau keliling, tinggi, volume) terdiri dari riap diameter (keliling), riap tinggi dan riap volume. Bila hanya disebutkan dengan kata riap saja, itu berarti yang dimaksud adalah riap volume.

- CAI (Current Annual Increment)

  CAI (riap jalan tahunan) adalah pertambahan tumbuh dimensi pohon atau tegakan selama jangka waktu satu tahun. Pengertian ini dapat dinotasikan sebagai CAI = Pi – P_o. Jika data peubah pertumbuhan dimensi berupa data diameter (keliling), tinggi atau volume tergantung dari dimensi yang meriap dinyatakan sebagai

P, maka P_i berarti data peubah tahun ke i (i = 1, 2, 3, ..., n) dan P0 adalah data peubah tahun sebelumnya (P_{i-1}). Sehingga untuk menyederhanakan rumusan CAI dapat dinotasikan sebagai :

$$\mathbf{C_i = P_i - P_o}$$

- MAI (Mean Annual Increment)

  MAI (riap rata-rata tahunan) adalah rata-rata pertambahan tumbuh dimensi pohon atau tegakan tiap tahunnya selama jangka waktu tertentu.

  Bila perhitungan MAI menggunakan data peubah pertumbuhan secara:

  - langsung, maka rumusan tiap MAI (riap rataan tahunan jangka waktu tertentu) :

    $$\mathbf{MAI = \frac{1}{m}\ (P_{m+1} - P_o)}$$

    dengan,

    m = jangka waktu tertentu.

    Banyaknya tahun = (m+1).

    0 = sebelum jangka waktu tertentu (awal).

  - menggunakan data CAI; tergantung dari jangka waktu tertentu (m), maka rumusannya :

    $$\mathbf{MAI = \frac{1}{m}\ \sum_{i=1}^{m} C_i}$$

- PAI (Periodic Annual Increment)

  PAI (riap rata-rata periodik) adalah rata-rata pertambahan tumbuh dimensi pohon atau tegakan dalam satu periodik atau jangka waktu tertentu dalam satu periodik.

Bila perhitungan PAI menggunakan data peubah pertumbuhan secara :

- langsung, maka rumusannya :

$$\textbf{PAI} = \frac{1}{t}\,(\mathbf{P}_{t+1} - \mathbf{P}_{o})$$

  dengan,

  t = jangka waktu tertentu untuk 1 periodik.

  Banyaknya tahun = (t+1).

- menggunakan data MAI; tergantung dari jangka waktu tertentu (1 periode)

$$\textbf{PAI} = \frac{1}{m}\ \sum_{i=1}^{m} M_m$$

- Dari CAI; tergantung dari jangka waktu tertentu (1 periode)

$$\textbf{PAI} = \frac{1}{t}\ \sum_{i=1}^{t} R_{Ci}$$

Riap volume pada hutan yang dikelola dengan baik (teratur dan tertata), dihitung berdasarkan hasil dua inventarisasi hutan yang dilaksanakan dalam rangka penyusunan rencana perusahaan. Riap volumenya dihitung sebagai berikut :

$$\mathbf{R = VC + VB - VA}$$

dengan,

VA = volume seluruh tegakan pada inventarisasi awal periode.

VB = volume tebangan selama periode.

VC = volume seluruh tegakan pada inventarisasi akhir periode.

Hal yang perlu diingat!

1) Riap volume suatu tegakan tergantung pada banyaknya pohon yang menyusun tegakan, jenis pohon dan kesuburan tanah (bonita).
2) Riap volume suatu pohon dapat ditinjau dari kecepatan tumbuh diameter setiap jenis yang laju kecepatannya berbeda-beda.
3) Umumnya awal pertumbuhan diameter pohon-pohon muda mempunyai kecepatan yang tinggi. Semakin tua kecepatan tersebut makin menurun dan akhirnya berhenti. Pertumbuhan diameter pada hutan tanaman misalnya, agak lambat kemudian menaik cepat dan akhirnya menurun. Lambannya pertumbuhan waktu muda karena umumnya anakan ditanam rapat untuk menghindari percabangan yang berlebihan.
4) Bila suatu tegakan tidak meriap lagi berarti hutan tersebut sudah mencapai klimaks. Berarti pula mulai saat itu riap tegakan dipersamakan dengan nol.

Di bawah ini diberikan contoh hasil pengamatan diameter (riap diameter) jenis tertentu selama 20 tahun berjalan.

Tabel 1. Data peubah diameter selama 20 tahun berjalan

Tahun ke	Tahun	Diameter
0	1985	30,1
1	1986	31,2
2	1987	32,2
3	1988	33,1
4	1989	34,0
5	1990	34,9
6	1991	35,9
7	1992	36,8
8	1993	37,8
9	1994	38,9
10	1995	40,0

Tahun ke	Tahun	Diameter
11	1996	41,0
12	1997	42,1
13	1998	43,2
14	1999	44,2
15	2000	45,2
16	2001	46,3
17	2002	47,2
18	2003	48,2
19	2004	49,3
20	2005	50,3

Sumber : Asy'ari dkk. (2012).

Catatan :

Untuk memudahkan pengertian/perhitungan, tahun awal (1985) dinyatakan sebagai tahun ke nol. Jadi bila tahun ke 20 adalah n, berarti banyaknya tahun (n +1). Selanjutnya ditentukan riap diameternya yaitu untuk CAI, MAI (misalkan Mean tiap 5 tahun) dan PAI (misalkan 10 tahun untuk 1 Periode).

a. CAI diameter selama 20 tahun

CAI untuk tahun 1 (1986 - 1985)

(31,2 – 30,1) = 1,1 cm

CAI untuk tahun 2 (1987 - 1986)

(32,2 – 3 1,2) = 1,0 cm

CAI untuk tahun 3 (1988 - 1987)

(33,1 – 32,2) = 0,9 cm

CAI untuk tahun 4 (1989 - 1988)

(34,0 – 33,1) = 0,9 cm

CAI untuk tahun 5 (1990 - 1989)

(34,9 – 34,0) = 0,9 cm

CAI untuk tahun 6 (1991 - 1990)

(35,9 – 34,9) = 1,0 cm

CAI untuk tahun 7 (1992 - 1991)

(36,8 – 35,9) = 0,9 cm

CAI untuk tahun 8 (1993 - 1992)

(37,8 – 36,8) = 1,0 cm

CAI untuk tahun 9 (1994 - 1993)

(38,9 – 37,8) = 1,1 cm

CAI untuk tahun 10 (1995 - 1994)

(40,0 – 38,9) = 1,1 cm

CAI untuk tahun 11 (1996 - 1995)

(41,0 – 40,0) = 1,0 cm

CAI untuk tahun 12 (1997 - 1996)

(42,1 – 41,0) = 1,1 cm

CAI untuk tahun 13 (1998 - 1997)

(43,2 – 42,1) = 1,1 cm

CAI untuk tahun 14 (1999 - 1998)

(44,2 – 43,2) = 1,0 cm

CAI untuk tahun 15 (2000 - 1999)

(45,2 – 44,2) = 1,0 cm

CAI untuk tahun 16 (2001 - 2000)

(46,3 – 45,2) = 1,1 cm

CAI untuk tahun 17 (2002 - 2001)

(47,2 – 46,3) = 0,9 cm

CAI untuk tahun 18 (2003 - 2002)

(48,2 – 47,2) = 1,0 cm

CAI untuk tahun 19 (2004 - 2003)

(49,3 – 48,2) = 1,1 cm

CAI untuk tahun 20 (2005 - 2004)

(50,3 – 49,3) = 1,0 cm

Hasil perhitungan CAI di atas, dirangkum dan disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Data peubah CAI selama 20 tahun berjalan.

Tahun	Diameter	CAI (cm)
1985	30,1	
		1,1
1986	31,2	
		1,0
1987	32,2	
		0,9
1988	33,1	
		0,9
1989	34,0	
		0,9
1990	34,9	
		1,0
1991	35,9	
		0,9
1992	36,8	
		1,0

Tahun	Diameter	CAI (cm)
1995	40,0	
		1,0
1996	41,0	
		1,1
1997	42,1	
		1,1
1998	43,2	
		1,0
1999	44,2	
		1,0
2000	45,2	
		1,1
2001	46,3	
		0,9
2002	47,2	
		1,0

Tahun	Diameter	CAI (cm)
1993	37,8	
		1,1
1994	38,9	
		1,1
1995	40,0	

Tahun	Diameter	CAI (cm)
2003	48,2	
		1,1
2004	49,3	
		1,0
2005	50,3	

Sumber : Asy'ari dkk. (2012).

b. MAI diameter tiap 5 tahun selama 20 tahun

Cara perhitungannya :

- Data pertumbuhan langsung dihitung, rataan selama 5 tahun berjalan (banyaknya data = 5 + 1 = 6).

MAI untuk 5 tahun pertama $\frac{(1990 - 1985)}{5}$

$$\frac{(34{,}9 - 30{,}1)}{5}$$

$$\frac{4{,}8}{5} = 0{,}96\ cm$$

MAI untuk 5 tahun kedua $\frac{(1995 - 1990)}{5}$

$$\frac{(40{,}0 - 34{,}9)}{5}$$

$$\frac{5{,}1}{5} = 1{,}02\ cm$$

MAI untuk 5 tahun ketiga $\frac{(2000 - 1995)}{5}$

$$\frac{(45{,}2 - 40{,}0)}{5}$$

$$\frac{5{,}2}{5} = 1{,}04\ cm$$

MAI untuk 5 tahun keempat $\frac{(2005 - 2000)}{5}$

$$\frac{(50{,}3 - 45{,}2)}{5}$$

$$\frac{5{,}1}{5} = 1{,}02\ cm$$

Hasil perhitungan MAI di atas, dirangkum dan disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Data peubah MAI selama 20 tahun berjalan.

Tahun	(1990 – 1985)	(1995 – 1990)	(2000 – 1995)	(2005 – 2000)
MAI (cm)	0,96	1,02	1,04	1,02

- Dari CAI; ratakan tiap 5 CAI

MAI untuk 5 tahun pertama $\frac{(\Sigma \text{ CAI 5 tahun pertama})}{5}$

$$\frac{(1{,}1 + 1{,}0 + 0{,}9 + 0{,}9 + 09)}{5}$$

$$\frac{4{,}8}{5} = 0{,}96\ cm$$

MAI untuk 5 tahun kedua $\frac{(\Sigma \text{ CAI 5 tahun kedua})}{5}$

$$\frac{(1{,}0 + 0{,}9 + 1{,}0 + 1{,}1 + 1{,}1)}{5}$$

$$\frac{5{,}1}{5} = 1{,}02\ cm$$

MAI untuk 5 tahun ketiga $\frac{(\Sigma \text{ CAI 5 tahun ketiga})}{5}$

$$\frac{(1{,}0 + 1{,}1 + 1{,}1 + 1{,}0 + 1{,}0\ )}{5}$$

$$\frac{5{,}2}{5} = 1{,}04\ cm$$

MAI untuk 5 tahun keempat $\frac{(\Sigma \text{ CAI 5 tahun keempat})}{5}$

$$\frac{(1{,}1 + 0{,}9 + 1{,}0 + 1{,}1 + 1{,}0)}{5}$$

$$\frac{5{,}1}{5} = 1{,}02\ cm$$

Hasil perhitungan MAI di atas, dirangkum dan disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Data peubah MAI berdasarkan data CAI selama 20 tahun berjalan.

Tahun	MAI (cm)	Keterangan
1990 – 1985	0,96	Rata-rata CAI 5 tahun pertama
1995 – 1990	1,02	Rata-rata CAI 5 tahun kedua
2000 – 1995	1,04	Rata-rata CAI 5 tahun ketiga
2005 - 2000	1,02	Rata-rata CAI 5 tahun keempat

c. PAI diameter untuk 1 periode selama 10 tahun

Cara perhitungannya :

- Data langsung dihitung, rataan selama 10 tahun berjalan

PAI untuk 10 tahun pertama $\frac{(1995 - 1985)}{10}$

$$\frac{(40{,}0 - 30{,}1)}{10}$$

$$\frac{9,9}{10} = 0,99\ cm$$

PAI untuk 10 tahun kedua $\frac{(2005 - 1995)}{10}$

$$\frac{(50,3 - 40,0)}{10}$$

$$\frac{10,3}{10} = 1,03\ cm$$

Hasil perhitungan PAI di atas, dirangkum dan disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Data peubah PAI selama 20 tahun berjalan.

Tahun	(1995 – 1985)	(2005 – 1995)
PAI (cm)	0,99	1,03

- Dari MAI, ratakan tiap 2 MAI

PAI untuk 10 tahun pertama $\frac{(\Sigma \text{ MAI 10 tahun pertama})}{2}$

$$\frac{(0,96 + 1,02)}{2}$$

$$\frac{1,98}{2} = 0,99\ cm$$

PAI untuk 10 tahun kedua $\frac{(\Sigma \text{ MAI 10 tahun pertama})}{2}$

$$\frac{(1,04 + 1,02)}{2}$$

$$\frac{2,06}{2} = 1,03\ cm$$

Hasil perhitungan PAI di atas, dirangkum dan disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Data peubah PAI berdasarkan data MAI selama 20 tahun berjalan.

Tahun	PAI (cm)	Keterangan
1995 – 1985	0,99	Rata-rata MAI 10 tahun pertama
2005 – 1995	1,03	Rata-rata MAI 10 tahun kedua

- Dari CAI, ratakan tiap 10 CAI

PAI untuk 10 tahun pertama $\frac{(\Sigma \text{ CAI 10 tahun pertama})}{10}$

$$\frac{(1{,}1 + 1{,}0 + 0{,}9 + 0{,}9 + 0{,}9 + 1{,}0 + 0{,}9 + 1{,}0 + 1{,}1 + 1{,}1)}{10}$$

$$\frac{9{,}9}{10} = 0{,}99\ cm$$

PAI untuk 10 tahun kedua $\frac{(\Sigma \text{ CAI 10 tahun kedua})}{10}$

$$\frac{(1{,}0 + 1{,}1 + 1{,}1 + 1{,}0 + 1{,}0 + 1{,}1 + 0{,}9 + 1{,}0 + 1{,}1 + 1{,}0)}{10}$$

$$\frac{10{,}3}{10} = 1{,}03\ cm$$

Hasil perhitungan PAI di atas, dirangkum dan disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Data peubah PAI berdasarkan data CAI selama 20 tahun berjalan.

Tahun	MAI (cm)	Keterangan
1995 – 1985	0,99	Rata-rata CAI 10 tahun pertama
2005 - 1995	1,03	Rata-rata CAI 10 tahun keempat

b. Peraturan Pengukuran Kayu Bulat Rimba Indonesia (KBRI).

Beberapa peraturan pengukuran kayu bulat rimba Indonesia, yaitu :

(1) **Surat Keputusan Direktur Jenderal Kehutanan No.2442/A-2/DD/1970** tentang Peraturan Pengukuran dan Pengujian dan Tabel Isi KBRI.

(a) Panjang :

- diukur dalam satuan meter dengan kelipatan 10 cm.
- ukuran panjang diberikan spilasi (trim allowance) sebesar 10 cm.

Tabel 8. Contoh satuan meter dengan kelipatan 10.

Panjang ukuran (m)	Panjang kelipatan (m)	Panjang yang ditetapkan (m)
4,18	4,10	4,00
4,20	4,20	4,10
4,21	4,20	4,10
4,25	4,20	4,10
4,29	4,20	4,10
4,30	4,30	4,20
4,39	4,30	4,20

(b) Diameter :

- diukur dalam satuan cm dengan kelipatan 1 cm penuh.
- kedua bontos diukur tanpa kulit.
- pengukuran bontos (penampang lintang).
  - pertama ukur diameter terkecil pada salah satu bontos melalui titik pusat (d1).
  - kemudian ukur diameter melalui titik pusat bontos tegak lurus d1 (d2).

- ukur diameter pada bontos yang lain dengan cara yang serupa (d3 dan d4).
  - diameter rataannya = diameter kayu bulat

    $d_{kayu\ bulat} = \frac{(\frac{1}{2} x\ (d1+d2)) + (\frac{1}{2} x\ (d3+d4))}{2}$

  - bila pengukurannya dengan kulit, lakukan reduksi sebesar 2 kali tebal kulit.

Contoh perhitungan diameter.

i. Diketahui,

diameter pangkal bontos (d_P), d_1 = 43 cm ; d_2 = 46 cm dan diameter ujung bontos (d_U), d_3 = 36 cm ; d_4 = 39 cm.

Berapa diameter kayu bulat?

Jawab!

$d_{kayu\ bulat} = \frac{(\frac{1}{2} x\ (d1+d2)) + (\frac{1}{2} x\ (d3+d4))}{2}$

$d_{kayu\ bulat} = \frac{1}{2}\ x\ (dp + du)$

(i) $d_p = \frac{1}{2}\ x\ (d1 + d2)$

$d_p = \frac{1}{2}\ x\ (43 + 46)$

$d_p = \frac{1}{2}\ x\ (89)$

$d_p =$ 44,5 cm ~ 44 cm

(ii) $d_u = \frac{1}{2}\ x\ (d3 + d4)$

du = $\frac{1}{2}$ x (36 + 39)

du = $\frac{1}{2}$ x (75)

du = 37,5 cm ~ 37 cm

(iii) $d_{kayu\ bulat} = \frac{1}{2}\ x\ (dp + du)$

$dkayu\ bulat = \frac{1}{2}\ x\ (44 + 37)$

$dkayu\ bulat = \frac{1}{2}\ x\ (81)$

$dkayu\ bulat = 40{,}5\ cm \sim 40\ cm$

ii. Diameter ukur (sebenarnya) dan diameter hitung telah diketahui seperti yang tertera dalam Tabel 9. Tentukan diameter kayu bulat secara sekaligus!

Tabel 9. Contoh diameter ukur dan perhitungannya.

Pengukuran Sebenarnya (cm)		Pengukuran Perhitungan (cm)	
d1 =	97,6	d1 =	97
d2 =	102,9	d2 =	102
d3 =	93,2	d3 =	93
d4 =	96,0	d4 =	96

$$d_{kayu\ bulat} = \frac{(\frac{1}{2}x\ (d1+d2)) + (\frac{1}{2}x\ (d3+d4))}{2}$$

$$d_{kayu\ bulat} = \frac{(\frac{1}{2}x\ (97+102)) + (\frac{1}{2}x\ (93+96))}{2}$$

$$d_{kayu\ bulat} = \frac{(\frac{1}{2}x\ (199)) + (\frac{1}{2}x\ (189))}{2}$$

$$d_{kayu\ bulat} = \frac{1}{2}\ x\ (99{,}5 + 94{,}5) \sim d_{kayu\ bulat} = \frac{1}{2}\ x\ (99 + 94)$$

$$d_{kayu\ bulat} = \frac{1}{2}\ x\ (193)$$

$$d_{kayu\ bulat} = 96{,}5\ cm \sim 96\ cm$$

(c) Volume (Isi) : didasarkan pada sistem Brereton metrik (actual volume = true volume)

Rumus : I = 0,7854 x D^2 x L

Keterangan :

I = isi kayu bulat (m^3) .

L = panjang kayu bulat (m).

D = diameter kayu bulat (m).

0,7854 = $\frac{1}{4}$ x π = π x 3,1416

Perlu diingat!

Isi kayu bulat Indonesia ditetapkan berdasarkan rumus Brereton Metrik yang menghitung isi sebenarnya kayu bulat atas dasar silinder khayal.

Contoh perhitungan volume.

Diketahui diameter pangkal bontos (dp), d1 = 43 cm ; d2 = 46 cm dan diameter ujung bontos (du), d3 = 36 cm ; d4 = 39 cm. Panjang batang 10 meter. Hitung volume kayu bulat!

$$d_{\text{kayu bulat}} = \frac{(\frac{1}{2}x\,(d1+d2)) + (\frac{1}{2}x\,(d3+d4))}{2}$$

$$d_{\text{kayu bulat}} = \frac{(\frac{1}{2}x\,(43+46)) + (\frac{1}{2}x\,(36+39))}{2}$$

$$d_{\text{kayu bulat}} = \frac{(\frac{1}{2}x\,(89)) + (\frac{1}{2}x\,(75))}{2}$$

$$d_{\text{kayu bulat}} = \frac{1}{2}\,x\,(44{,}5 + 37{,}5) \sim d_{\text{kayu bulat}} = \frac{1}{2}\,x\,(44 + 37)$$

$$d_{\text{kayu bulat}} = \frac{1}{2}\,x\,(81)$$

$d_{\text{kayu bulat}} = 40{,}5\ cm \sim 40\ cm$

Maka, $I = 0{,}7854 \times \left(\frac{40}{100}\right)^2 \times 10\ m^3$

$I = 1{,}26\ m^3$

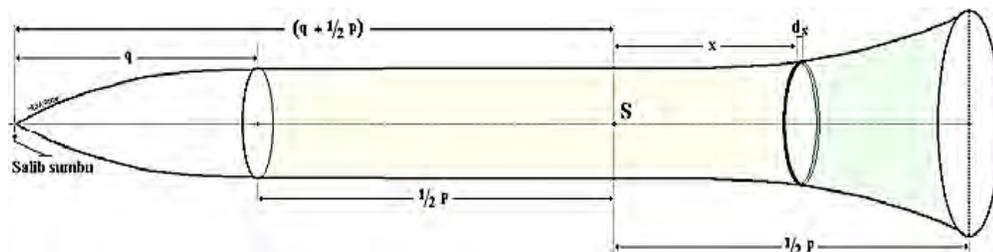
(2) **SNI 1987 (Standar Nasional Indonesia 01-0187-1087)** tentang Peraturan Pengukuran dan Tabel Isi Kayu Bulat Rimba.
Badan Standardisasi Nasional (BSN) mengacu pada Surat Keputusan Direktur Jenderal Kehutanan no.2442/A-2/DD/1970.

(3) **SNI 2000 (SNI 01-5007.3-2000) →** merevisi SNI 01-0190-1987.
Awalnya merupakan Keputusan Direktur Jenderal Kehutanan No. 99/Kpts/DJ/I/1975, tentang Petunjuk Teknis Pengujian Kayu Bundar Rimba. (Perevisi : Pusat Standardisasi dan Lingkungan Kehutanan dan Perkebunan)

c. Volume Kayu Rebah.

A. Penentuan rumusan volume didasarkan pada pendekatan volume benda putar dan pendekatan rumus volume itu sendiri.

(1) Pendekatan volume benda putar.

Volume benda putar didekati dengan irisan silinder dan rataan luasan bontos.

Gambar 1. Penyesuaian volume berdasarkan irisan silinder
Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

V_{is} = π y^2 dx

V_{is} = π c { (q + 1/2 p) + x }r

dengan,

V_{is} = volume irisan silinder.

dx = lebar irisan silinder.

π y^2 = luas penampang lintang.

Memperhatikan volume irisan ternyata bahwa :

i. Rumusan volume benda putar sesuai bentuk dan nilai r

ii. Rumusan volume benda putar secara matematis

Tabel 10. Rumusan volume benda-benda putar sesuai bentuk dan nilai r.

Bentuk Benda	r	Rumus Volume	
		BP Sempurna	**Frustum**
Silinder	0	Π ⊂ p	Π ⊂ p
Parabola	1	Π ⊂ p^2	Π ⊂ p (q + $^1/_2$ p)
Kerucut	2	Π ⊂ p^3	Π ⊂ p {(q + $^1/_2$ p)^2 + $^1/_2$ p^2}
Neiloid	3	Π ⊂ p^4	Π ⊂ p (q + $^1/_2$ p) {(q + $^1/_2$ p) + $^1/_4$ p^2}

Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

dengan,

c = konstanta.

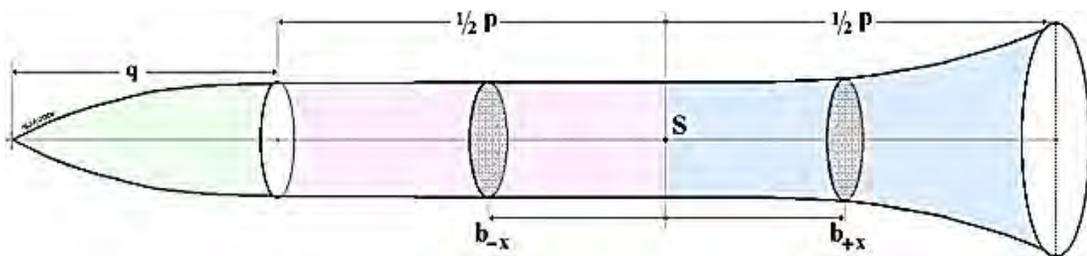
q = panjang potongan benda putar sempurna dari puncak.

p = panjang frustrum.

r = koefisien korelasi.

Tabel 11. Rumusan volume benda-benda putar secara matematis.

Bentuk Benda	Rumus volume	
	Benda Putar Sempurna	Frustrum
Silinder	Ba.T	1) Ba . Tf 2) $\frac{1}{4} . \pi . D^2 . P$
Parabola	½ (Ba.T)	1) Tf.Bt 2) ½ Tf (Bp + Bu) 3) $\frac{1}{8} . \pi . (D^2 + 2.D.d + d^2)\ P$
Kerucut	⅓ (Ba . T)	1) ⅓ Tf (Bp + √(Bp.Bu) + Bu) 2) $\frac{1}{12} . \pi . (D^2 + 2.D.d + d^2) . P$
Neiloid	¼ (Ba . T)	1) ¼ Tf (Bp + ∛(Bp2. Bu) + ∛(Bp.Bu2) + Bu) 2) $\frac{(\pi.P)}{20} . (D^2 + D^{3/2}.d^{1/2} + D.d + D^{1/2}.d^{2/3} + d^2)$
Neiloid, Cone, Parabola		1) $\frac{1}{6}$ Tf (Bp + 4Bt + Bu)

Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

Gambar 2. Penyesuaian volume berdasarkan rataan luas bidang dasar
Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

$$V_f = \pi\ x\ c\ x\ p\ x\ \left\{\left(q + \frac{1}{2}\ p\right)^r + \frac{r(r-1)}{2}\left(q + \frac{1}{2}\ p\right)^{r-2}\ x\ X^2\right\}$$

$$V_{bs} = \pi\ x\ c\ x\ p\ x\ \left\{\left(\frac{1}{2}\ p\right)^r + \frac{r(r-1)}{2}\left(\frac{1}{2}\ p\right)^{r-2}\ x\ X^2\right\}$$

Kedua volume tersebut (frustum dan benda putar sempurna) ternyata menimbulkan bias volume yang berlainan.

$$E_f = \pi \; x \; c \; x \; p \; x \left\{ \frac{r(r-1)}{2} \left(q + \frac{1}{2} \, p \right)^{r-2} \right\} \left(X^2 - \frac{1}{12} \, p^2 \right)$$

$$E_{bs} = \pi \; x \; c \; x \; p \; x \left\{ \frac{r(r-1)}{2} \left(\frac{1}{2} \, p \right)^{r-2} \right\} \left(X^2 - \frac{1}{12} \, p^2 \right) \;\; ; \; q = 0$$

Tabel 12. Bias volume.

Bentuk benda	r	Bias volume = V' − V	
		BPSempurna	Frustrum
Silinder	0	0	0
Parabola	1	U	0
Kerucut	2	$\pi c p (x^2 - 1/_{12} \, p^2)$	$\pi c p (x^2 - 1/_{12} \, p^2)$
Neiloid	3	$3/_2 \, \pi c p (x^2 - 1/_{12} \, p^2)$	$3 \pi c p (q + 1/_2 \, p)(x^2 - 1/_{12} \, p^2)$

Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

(2) Pendekatan rumus volume.

Pendekatan ini didasarkan pada rumusan volume pohon didekati/dipersamakan dengan rumusan volume kerucut atau volume siinder.

$V_{kerucut} = luas \; alas \; x \; \frac{1}{3} \; tinggi$

$V_{kerucut} = \pi \; x \; R^2 \; x \; \frac{1}{3} \; tinggi$

$V_{kerucut} = \frac{\pi}{12} \; x \; D^2 \; x \; tinggi \; (rumus \; dasar)$

$V_{kerucut} = \frac{11}{420000} \; x \; D^2 \; x \; tinggi \; (rumus \; terapan)$

dan,

$V_{silinder} = luas\ alas\ x\ tinggi$

$V_{silinder} = \pi\ x\ R^2\ x\ tinggi$

$V_{silinder} = \frac{\pi}{4}\ x\ D^2\ x\ tinggi\ (rumus\ dasar)$

$V_{silinder} = \frac{11}{140000}\ x\ D^2\ x\ tinggi\ (rumus\ terapan)$

Kedua rumusan tersebut dapat ditelaah sebagai berikut!

Misal diameter alas kerucut sama dengan diameter silinder yaitu 30 cm. Tinggi kerucut sama dengan tinggi silinder 15 meter. Maka hasil perhitungannya adalah :

Untuk $V_{kerucut}$,

$V_{kerucut} = \frac{11}{420000}\ x\ D^2\ x\ tinggi$

$V_{kerucut} = \frac{11}{420000}\ x\ 30^2\ x\ 15$

$V_{kerucut} = 0{,}3536\ m^3$

Untuk $V_{silinder}$,

$V_{silinder} = \frac{11}{140000}\ x\ D^2\ x\ tinggi$

$V_{silinder} = \frac{11}{140000}\ x\ 30^2\ x\ 15$

$V_{silinder} = 1{,}0607\ m^3$

bila diperhatikan kedua volume tersebut ternyata memiliki perbandingan

$V_{kerucut} : V_{silinder} = 1 : 3$

Dengan demikian maka rumusan volume pohon lebih sesuai didekati rumusan silinder. Ilustrasi berikut merupakan ringkasan alur pendekatan rumusan volume pohon.

Gambar 3. Alur pendekatan rumusan volume pohon
Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

B. Pengukuran panjang batang per seksi (panjang batang yang akan diukur tergantung keperluan, apakah tinggi total, tinggi hingga diameter tertentu/10 cm atau 20 cm, serta tinggi bebas cabang.

   Pengukuran panjang secara seksi sebenarnya memperhatikan bentuk (permukaan) batang, namun menyulitkan karena batas perubahan bentuk batang (bentuk bendabenda putar) satu dengan lainnya tidak begitu jelas. Untuk kemudahan dan kepraktisan di lapangan, maka panjang tiap seksi (section) dibuat suatu kesepakatan, yaitu panjang 1 meter tiap seksi diperuntukkan pohon-pohon jenis hutan tanaman dan panjang 2 meter tiap seksi diperuntukkan pohon-pohon jenis hutan rimba. Kesepakatan yang biasa dilakukan adalah :

   1) Panjang seksi batang = 1 meter (hutan tanaman)
      a. Bila sisa pembagian panjang seksi lebih kecil dari 0,5 meter (< 0,5 m); sisanya digabungkan dengan seksi sebelumnya.

b. Bila sisa pembagian panjang seksi 0,5 meter atau lebih besar (0,5 m); sisanya dijadikan 1 seksi.

Contoh!

i. Panjang pohon rebah 8 meter, maka akan diperoleh 8 seksi.
ii. Panjang pohon rebah 8,4 m, maka akan diperoleh sebanyak 7 seksi (1 meter) dan 1 seksi (1,4 meter).
iii. Panjang pohon rebah 8,6 m, maka akan diperoleh sebanyak 8 seksi (1 meter) dan 1 seksi (0,6 meter).

2) Panjang seksi batang = 2 meter (hutan rimba)

a. Bila sisa pembagian panjang seksi lebih kecil dari 1,0 meter (< 1,0 m); sisanya digabungkan dengan seksi sebelumnya.
b. Bila sisa pembagian panjang seksi 1,0 meter atau lebih besar (1,0 m); sisanya dijadikan 1 seksi.

Contoh!

i. Panjang pohon rebah 14 meter, maka akan diperoleh 7 seksi.
ii. Panjang pohon rebah 14,9 m, maka akan diperoleh sebanyak 6 seksi (2 meter) dan 1 seksi (2,9 meter).
iii. Panjang pohon rebah 15,0 m, maka akan diperoleh sebanyak 7 seksi (2 meter) dan 1 seksi (1 meter).

Ilustrasi pengukuran seksi batang dilakukan setelah batang tersebut ditebang dengan 2 cara, yaitu dengan pemberian tanda saat masih berdiri (belum ditebang) dan tanpa pemberian tanda. Penandaan biasanya dilakukan setinggi 1 atau 2 meter dari permukaan tanah. Cara ini (penandaan) dilakukan dengan maksud agar tidak kehilangan jejak saat pengukuran panjang seksi.

(1) Cara Pertama (dengan penandaan)

a. Persiapan

Lakukan penandaan pada batang setinggi 1 meter atau lebih dan telah diperkirakan letak penebangan (takik rebah dan takik balas) berada di bawah atau di atas batas tanda tersebut. Yang penting tanda tersebut tidak hilang setelah penebangan.

b. Pengukuran

i. ukur panjang tiap seksi sesuai kesepakatan.

$p_1 = p_2 = p_3 = ... = p_{(n-1)} = p_n = L$

ii. ukur diameter pangkal dan ujung tiap seksi.

Ilustrasi penandaan pada pohon seperti disajikan dalam Gambar 4, 5, dan 6.

iii. Perhitungan

a) Diameter pangkal dan ujung tiap seksi.

Seksi 1 ; $dp = d0 = 1/2\ (d01 + d02)$ dan $du = d1 = 1/2\ (d11 + d12)$

Seksi 2 ; $dp = d1 = 1/2\ (d11 + d12)$ dan $du = d2 = 1/2 (d21 + d22)$

……………………… dan seterusnya…………………………

Seksi n ; $dp = dn\text{-}1 = 1/2\ (dn\text{-}1.1 + dn\text{-}1.2)$ & $du = d_n = 1/2\ (dn1 + dn2)$

b) Diameter rataan tiap seksi.

Seksi 1 ; $dS1 = 1/2\ (d0 + d1)$

Seksi 2 ; $dS2 = 1/2\ (d1 + d2)$

…………………… dan seterusnya ……………………

Seksi n ; $dSn = 1/2\ (dn\text{-}1 + dn)$

c) Volume tiap seksi :

Seksi 1 ; $V1 = Qd.dS1^2 .p1$

Seksi 2 ; $V2 = Qd.dS2^2 .p2$

………………… dan seterusnya …………………

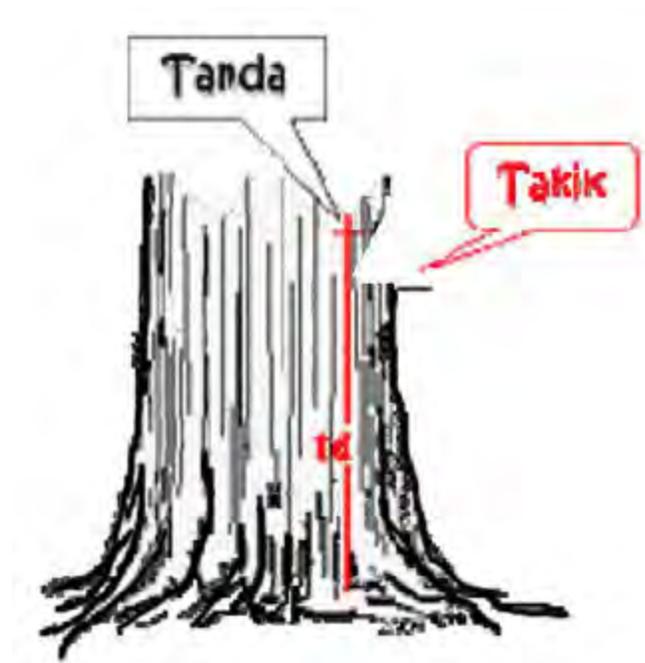
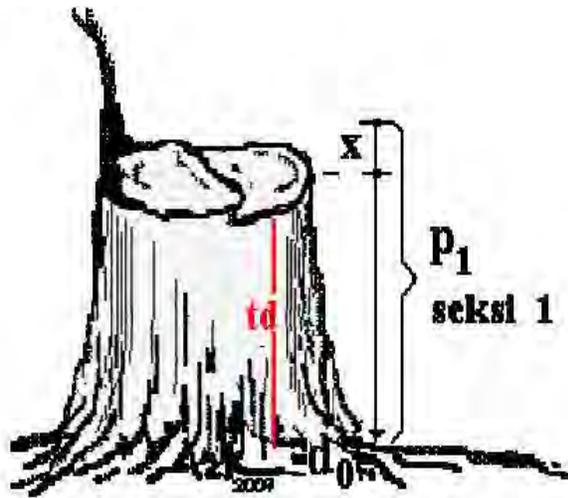
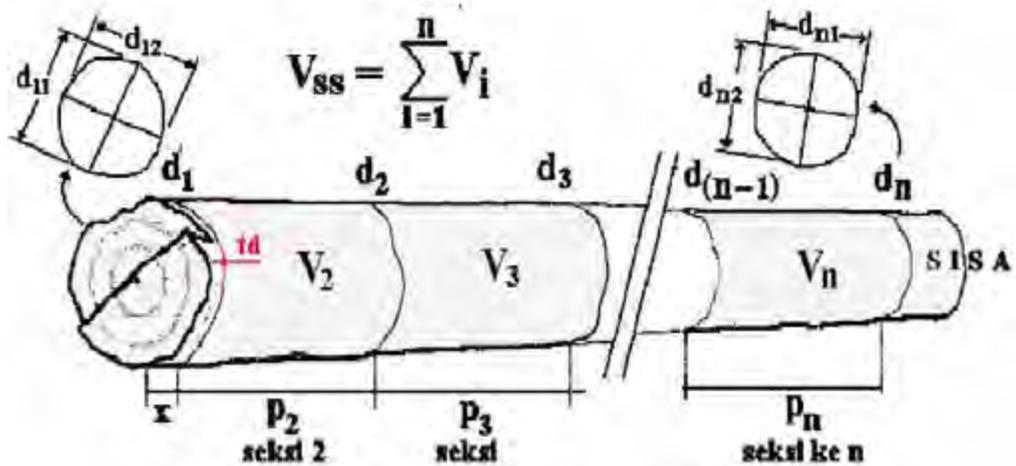
Seksi n ; $Vn = Qd.dSn^2 .pn$

sehingga,

Volume seluruh seksi

$VSS = V1 + V2 + V3 + .. + V_{(n-1)} + V_n$

dengan ,

Vpohon = VSS.

Gambar 4. Ilustrasi penandaan pada pohon
Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

Gambar 5. Ilustrasi penandaan pada pohon
Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

Gambar 6. Ilustrasi penandaan pada pohon
Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

Contoh perhitungan penentuan volume dengan penandaan!

Di sebuah blok tebang HPH Lestari Jaya pada tahun tebang 2013, pohon-pohon yang ditebang termasuk ke dalam jenis-jenis pohon hutan rimba. Hitung volume pohon-pohon yang ditebang!

Jawab!

Panjang seksi untuk pohon hutan rimba adalah panjang seksi 2 meter.

1) Buat daftar pengukuran dan perhitungannya/blanko (Tabel 13). Banyaknya kolom dan baris disesuaikan; atau buat lebih umum.

Tabel 13. Daftar pengukuran dan perhitungan.

Seksi	P. Seksi (m)	Diameter (cm)		Lbds (m^2)	Volume (m^3)	Keterangan
		p/u	Rata-rata			

Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

2) Perkirakan tinggi batas tebangan (biasanya di atas 60 cm).

3) Beri tanda pada batang setinggi 2 meter (bila tidak mungkin, 1,5 m atau 1 m); Yang penting saat penebangan, tanda tersebut tidak hilang (tidak pada batas tebangan).

4) Setelah pohon ditebang, selanjutnya beri tanda pada batang (ukur) sepanjang 2 meter untuk tiap seksi berikutnya. Hasil perolehan seksi sebanyak 12 seksi yang terdiri dari 11 seksi berukuran 2 meter dan sisanya sepanjang 1,7 meter. Jadi panjang batang (jumlah panjang seluruh seksi) adalah (2 x 11) + 1,7 m = 23,7 m. Panjang batang ini (Pss) berarti pula tinggi pohon.
5) Ukur diameter tiap seksi (pangkal dan ujung). Perlu diingat bahwa diameter pangkal atau ujung merupakan hasil rataan dua kali ukuran).

   $D_i = \frac{1}{2}\ x\ (d_i + d_{i-1})$

   Seksi 1 : D $= \frac{1}{2}\ x\ (62{,}0 + 65{,}3)$ m = 63,7 m

   Seksi 2 : D $= \frac{1}{2}\ x\ (58{,}5 + 62{,}0)$ m = 60,3 m

   Seksi 3 : D $= \frac{1}{2}\ x\ (57{,}6 + 58{,}5)$ m = 58,1 m

   Seksi 4 : D $= \frac{1}{2}\ x\ (54{,}7 + 57{,}6)$ m = 56,2 m

   Seksi 5 : D $= \frac{1}{2}\ x\ (52{,}3 + 54{,}7)$ m = 53,5 m

   Seksi 6 : D $= \frac{1}{2}\ x\ (50{,}7 + 52{,}3)$ m = 51,5 m

   Seksi 7 : D $= \frac{1}{2}\ x\ (49{,}0 + 50{,}7)$ m = 49,9 m

   Seksi 8 : D $= \frac{1}{2}\ x\ (46{,}4 + 49{,}0)$ m = 47,7 m

   Seksi 9 : D $= \frac{1}{2}\ x\ (45{,}1 + 46{,}4)$ m = 45,8 m

   Seksi 10 : D $= \frac{1}{2}\ x\ (42{,}6 + 45{,}1)$ m = 43,9 m

Seksi 11 : D $= \frac{1}{2}\ x\ (39{,}3 + 42{,}6)$ m = 41,0 m

Seksi 12 : D $= \frac{1}{2}\ x\ (37{,}2 + 39{,}3)$ m = 38,3 m

6) Lbds tiap seksi dihitung dengan rumus :

Lbds = $\frac{11}{140000} . D^2\ (m^2)$

Seksi 1 : Lbds = $\frac{11}{140000} . 63{,}7^2\ m^2 = 0{,}3183\ m^2$

Seksi 2 : Lbds = $\frac{11}{140000} . 60{,}3^2\ m^2 = 0{,}2852\ m^2$

Seksi 3 : Lbds = $\frac{11}{140000} . 58{,}1^2\ m^2 = 0{,}2648\ m^2$

Seksi 4 : Lbds = $\frac{11}{140000} . 56{,}2^2\ m^2 = 0{,}2477\ m^2$

Seksi 5 : Lbds = $\frac{11}{140000} . 53{,}5^2\ m^2 = 0{,}2249\ m^2$

Seksi 6 : Lbds = $\frac{11}{140000} . 51{,}5^2\ m^2 = 0{,}2084\ m^2$

Seksi 7 : Lbds = $\frac{11}{140000} . 49{,}9^2\ m^2 = 0{,}1953\ m^2$

Seksi 8 : Lbds = $\frac{11}{140000} . 47{,}7^2\ m^2 = 0{,}1788\ m^2$

Seksi 9 : Lbds = $\frac{11}{140000} . 45{,}8^2\ m^2 = 0{,}1645\ m^2$

Seksi 10 : Lbds = $\frac{11}{140000} . 43{,}9^2\ m^2 = 0{,}1511\ m^2$

Seksi 11 : Lbds = $\frac{11}{140000} . 41{,}0^2\ m^2 = 0{,}1318\ m^2$

Seksi 12 : Lbds = $\frac{11}{140000} . 38{,}3^2\ m^2 = 0{,}1150\ m^2$

7) Volume pohon yang didasarkan pada volume seksi :

a. Volume tiap seksi :

$V_{seksi} = Lbds \times P_{seksi}$

Seksi 1 : V_{seksi} = 0,3183 m^2 x 2 m = 0,64 m^3

Seksi 2 : V_{seksi} = 0,2852 m^2 x 2 m = 0,57 m^3

Seksi 3 : V_{seksi} = 0,2648 m^2 x 2 m = 0,53 m^3

Seksi 4: V_{seksi} = 0,2477 m^2 x 2 m = 0,50 m^3

Seksi 5 : V_{seksi} = 0,2249 m^2 x 2 m = 0,45 m^3

Seksi 6 : V_{seksi} = 0,2084 m^2 x 2 m = 0,42 m^3

Seksi 7 : V_{seksi} = 0,1953 m^2 x 2 m = 0,39 m^3

Seksi 8 : V_{seksi} = 0,1788 m^2 x 2 m = 0,36 m^3

Seksi 9 : V_{seksi} = 0,1645 m^2 x 2 m = 0,33 m^3

Seksi 10 : V_{seksi} = 0,1511 m^2 x 2 m = 0,30 m^3

Seksi 11 : V_{seksi} = 0,1318 m^2 x 2 m = 0,26 m^3

Seksi 12 : V_{seksi} = 0,1150 m^2 x 1,7 m = 0,20 m^3

b. Volume pohon :

V_{pohon} = V_{ss} (Volume seluruh seksi)

V_{pohon} = $V_1 + V_2 + V_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots + V_{11} + V_{12}$

V_{pohon} = (0,64 + 0,57 + ………… + 0,26 + 0,20) m^3

V_{pohon} = 4,94 m3

Rangkuman pengukuran dan hasil perhitungan disajikan dalam Tabel 14.

Tabel 14. Daftar hasil pengukuran dan perhitungan volume dengan penandaan.

Seksi	P.seksi (m)	Diameter (cm)		Lbds (m^2)	Volume (m^3)	Ket.
		p/u	Rata2			
12	1,7	37,2	38,3	0,1150	0,20	d_{11}/d_{12}
11	2	39,3	41,0	0,1318	0,26	d_{10}/d_{11}
10	2	42,6	43,9	0,1511	0,30	d_9/d_{10}
9	2	45,1	45,8	0,1645	0,33	d_8/d_9
8	2	46,4	47,7	0,1788	0,36	d_7/d_8
7	2	49,0	49,9	0,1953	0,39	d_6/d_7
6	2	50,7	51,5	0,2084	0,42	d_5/d_6
5	2	52,3	53,5	0,2249	0,45	d_4/d_5
4	2	54,7	56,2	0,2477	0,50	d_3/d_4
3	2	57,6	58,1	0,2648	0,53	d_2/d_3
2	2	58,5	60,3	0,2852	0,57	d_1/d_2
1	2	62,0	63,7	0,3183	0,64	d_0/d_1
0		65,3				d_0 = pkl btg
Jumlah	23,7				4,94	

Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

Catatan!

Perhitungan volume pohon hasil pengukuran diameter setinggi 130 cm dan tinggi pohon 23 meter diperoleh :

$$V_{pohon} = \frac{11}{140000} \times 61,32^2 \times 23 \times 0,7$$

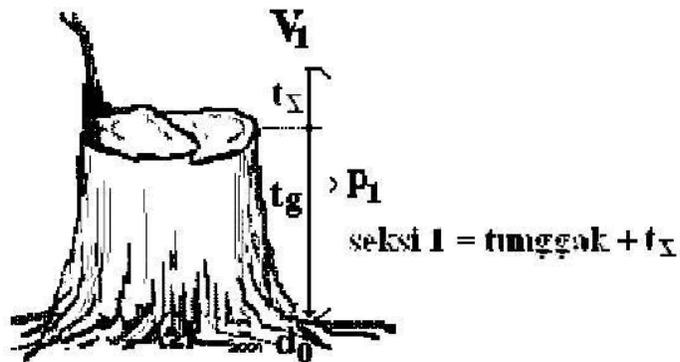
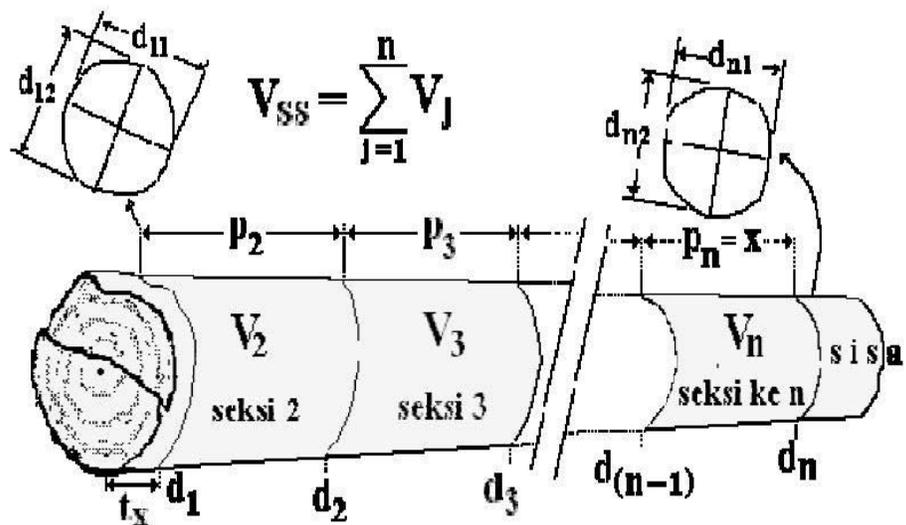
$$V_{pohon} = 4,75\ m^3$$

(2) Cara Kedua (tanpa penandaan)

a. Seksi 1 = ($t_g \pm t_x$)

Panjang seksi 1 tetap sesuai dengan kesepakatan (1 meter atau 2 meter). Bila tinggi tunggak melebih panjang yang disepakati, maka seksi 1 adalah tinggi tunggak (t_g) - t_x. Sebaliknya bila kurang dari yang disepakati, maka seksi 1 adalah tinggi tunggak (t_g) + t_x.

i. Pengukuran

- ukur panjang tiap seksi sesuai kesepakatan :
  - p_1 = tunggak + t_x = 1 m atau 2 meter
  - $p_1 = p_2 = \ldots\ldots\ldots = p_{(n-1)} = p_n = L$
- ukur diameter pangkal dan ujung tiap seksi

Gambar 7. Ilustrasi tanpa penandaan pada pohon
(seksi 1 = $t_q + t_x$)
Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

Gambar 8. Ilustrasi tanpa penandaan pada pohon
Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

ii. Perhitungan

- Diameter pangkal dan ujung tiap seksi :

  Seksi 1 ; $d_p = d_0 = 1/2\ (d_{01} + d_{02})$ dan $d_u = d_1 = 1/2\ (d_{11} + d_{12})$

  Seksi 2 ; $d_p = d_1 = 1/2\ (d_{11} + d_{12})$ dan $d_u = d_2 = 1/2\ (d_{21} + d_{22})$

  …………..dan seterusnya ……………………

  Seksi n ; $d_p = d_{n-1} = 1/2\ (d_{n-1.1} + d_{n-1.2})$ dan $d_u = d_n = 1/2\ (d_{n1} + d_{n2})$

- Diameter rataan tiap seksi :

  Seksi 1 ; $dS_1 = 1/2\ (d_0 + d_1)$

  Seksi 2 ; $dS_2 = 1/2\ (d_1 + d_2)$ dst

  Seksi n ; $dS_n = 1/2\ (d_{n-1} + d_n)$

- Volume tiap seksi :

  Seksi 1 ; $V_1 = Qd.dS_1^2 .p_1$

  Seksi 2 ; $V_2 = Qd.dS_2^2 .p_2$ dst

  Seksi n ; $V_n = Qd.dS_n^2 .p_n$

$$V_{SS} = V_1 + V_2 + V_3 + ... + V_{(n-1)} + V_n$$

$$V_{pohon} = V_{SS}$$

Contoh perhitungan penentuan volume tanpa penandaan seksi 1 = ($t_g + t_x$)!

Di sebuah blok tebang HTI Lestari Makmur pada tahun tebang 2013, pohon-pohon yang ditebang termasuk ke dalam jenis-jenis pohon hutan tanaman. Hitung volume pohon-pohon yang ditebang!

Jawab!

Panjang seksi untuk pohon hutan tanaman adalah panjang seksi 1 meter.

1) Buat daftar pengukuran dan perhitungannya (blanko). Banyaknya kolom dan baris disesuaikan; atau buat lebih umum.

Tabel 15. Daftar pengukuran dan perhitungan.

Seksi	P. Seksi (m)	Diameter (cm)		Lbds (m^2)	Volume (m^3)	Keterangan
		p/u	Rata-rata			

Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

2) Menentukan panjang seksi 1 :
   - Ukuran tinggi tunggak dari pangkal hingga batas bawah (bisa juga batas atas) bekas tebangan, misal setinggi 68 cm. Berarti kekurangan setinggi/sepanjang (100 – 68) cm = 32 cm untuk menjadi 1 meter.

- Ukur sepanjang t_x = 32 cm dari batas bawah (bisa juga batas atas) bekas tebangan pada bagian pangkal batang (Gambar 9).

3) Selanjutnya ukur tiap 1 meter. Ternyata pada bagian ujung tersisa sepanjang 86 cm dan dijadikan menjadi satu seksi. Setelah dihitung diperoleh 11 seksi dan sisanya 0,86 cm. Berarti tinggi pohon (panjang batang) (11 x 1) m + 0,86 cm adalah 11,86 meter.

4) Ukur diameter tiap seksi (pangkal dan ujung).

$D_i = \frac{1}{2}\, x\, (d_i + d_{i-1})$

Seksi 1: D $= \frac{1}{2}\, x\, (36{,}6 + 33{,}3)$ m = 35,0 m

Seksi 2 : D $= \frac{1}{2}\, x\, (30{,}1 + 33{,}3)$ m = 31,7 m

Seksi 3 : D $= \frac{1}{2}\, x\, (27{,}8 + 30{,}1)$ m = 29,0 m

Seksi 4 : D$= \frac{1}{2}\, x\, (25{,}0 + 27{,}8)$ m = 26,4 m

Seksi 5 : D $= \frac{1}{2}\, x\, (24{,}6 + 25{,}0)$ m = 24,8 m

Seksi 6 : D $= \frac{1}{2}\, x\, (23{,}6 + 24{,}6)$ m = 24,1 m

Seksi 7 : D $= \frac{1}{2}\, x\, (23{,}2 + 23{,}6)$ m = 23,4 m

Seksi 8 : D $= \frac{1}{2}\, x\, (22{,}4 + 23{,}2)$ m = 22,8 m

Seksi 9 : D $= \frac{1}{2}\, x\, (21{,}6 + 22{,}4)$ m = 22,0 m

Seksi 10: D $= \frac{1}{2}\, x\, (21{,}0 + 21{,}6)$ m = 21,3 m

Seksi 11: D $= \frac{1}{2}\ x\ (20{,}5 + 21{,}0)$ m = 20,8 m

Seksi 12: D $= \frac{1}{2}\ x\ (20{,}4 + 20{,}5)$ m = 20,5 m

5) Lbds tiap seksi dihitung dengan rumus :

Lbds = $\frac{11}{140000}$. D^2 (m^2)

Seksi 1 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. $35{,}0^2$ m^2 = 0,0960 m^2

Seksi 2 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. $31{,}7^2$ m^2 = 0,0790 m^2

Seksi 3 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. $29{,}0^2$ m^2 = 0,0659 m^2

Seksi 4 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. $26{,}4^2$ m^2 = 0,0548 m^2

Seksi 5 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. $24{,}8^2$ m^2 = 0,0483 m^2

Seksi 6 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. $24{,}1^2$ m^2 = 0,0456 m^2

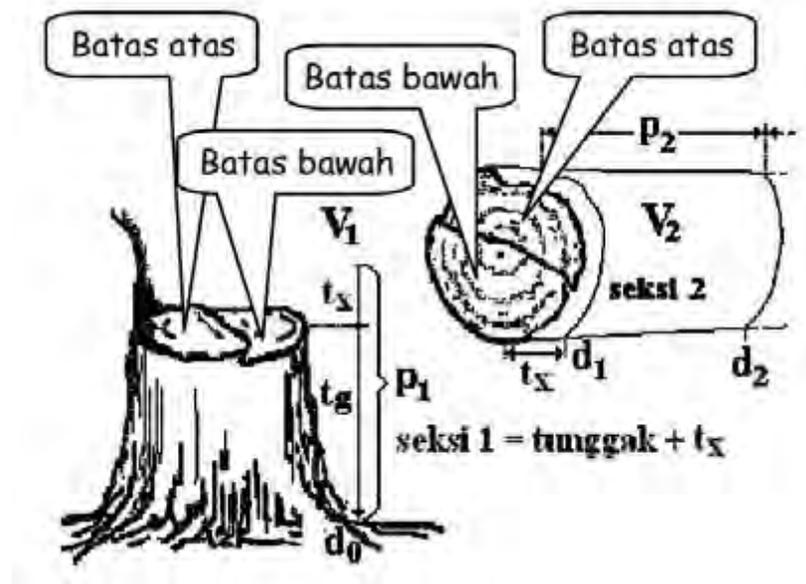
Seksi 7 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. $23{,}4^2$ m^2 = 0,0430 m^2

Seksi 8 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. $22{,}8^2$ m^2 = 0,0408 m^2

Seksi 9 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. $22{,}0^2$ m^2 = 0,0380 m^2

Seksi 10 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. $21{,}3^2$ m^2 = 0,0356 m^2

Seksi 11 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. $20{,}8^2$ m^2 = 0,0338 m^2

Seksi 12 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. $20{,}5^2$ m^2 = 0,0329 m^2

Gambar 9. Batas atas batas bawah bontos
Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

6) Volume pohon yang didasarkan pada volume seksi :

- Volume tiap seksi :

  V_{seksi} = Lbds x P_{seksi}

  Seksi 1 : V_{seksi} = 0,0960 m² x 1,0 m = 0,10 m³

  Seksi 2 : V_{seksi} = 0,0790 m² x 1,0 m = 0,08 m³

  Seksi 3 : V_{seksi} = 0,0659 m² x 1,0 m = 0,07 m³

  Seksi 4: V_{seksi} = 0,0548 m² x 1,0 m = 0,05 m³

  Seksi 5 : V_{seksi} = 0,0483 m² x 1,0 m = 0,05 m³

  Seksi 6 : V_{seksi} = 0,0456 m² x 1,0 m = 0,05 m³

  Seksi 7 : V_{seksi} = 0,0430 m² x 1,0 m = 0,04 m³

Seksi 8 : V_{seksi} = 0,0408 m^2 x 1,0 m = 0,04 m^3

Seksi 9 : V_{seksi} = 0,0380 m^2 x 1,0 m = 0,04 m^3

Seksi 10 : V_{seksi} = 0,0356 m^2 x 1,0 m = 0,04 m^3

Seksi 11 : V_{seksi} = 0,0338 m^2 x 1,0 m = 0,03 m^3

Seksi 12 : V_{seksi} = 0,0329 m^2 x 0,86 m = 0,03 m^3

- Volume pohon :

  V_{pohon} = V_{ss} (Volume seluruh seksi)

  V_{pohon} = $V_1 + V_2 + V_3 + \ldots + V_{11} + V_{12}$

  V_{pohon}= (0,10 + 0,08 +.............. + 0,03 + 0,03) m^3

  V_{pohon} = 0,61 m^3

Rangkuman pengukuran dan hasil perhitungan disajikan dalam Tabel 16.

Tabel 16. Daftar hasil pengukuran dan perhitungan volume tanpa penandaan.

Seksi	P.seksi (m)	Diameter (cm)		Lbds (m^2)	Volume (m^3)	Ket.
		p/u	Rata2			
12	0,86	20,4	20,5	0,0329	0,03	d_{11}/d_{12}
11	1	20,5	20,8	0,0338	0,03	d_{10}/d_{11}
10	1	21,0	21,3	0,0356	0,04	d_9/d_{10}
9	1	21,6	22,0	0,0380	0,04	d_8/d_9
8	1	22,4	22,8	0,0408	0,04	d_7/d_8
7	1	23,2	23,4	0,0430	0,04	d_6/d_7
6	1	23,6	24,1	0,0456	0,05	d_5/d_6
5	1	24,6	24,8	0,0483	0,05	d_4/d_5
4	1	25,0	26,4	0,0548	0,05	d_3/d_4
3	1	27,8	29,0	0,0659	0,07	d_2/d_3
2	1	30,1	31,7	0,0790	0,08	d_1/d_2
1	1	33,3	35,0	0,0960	0,10	d_0/d_1
0		36,6				d_0 = pkl btg
Jumlah	**11,86**	-	-	-	**0,61**	

Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

C a t a t a n !

Perhitungan volume pohon hasil pengukuran diameter setinggi 130 cm (33,6 cm) dan tinggi pohon 12 meter diperoleh :

$V_{pohon} = \frac{11}{140000} . 33,6^2 . 12 \times 0,7$

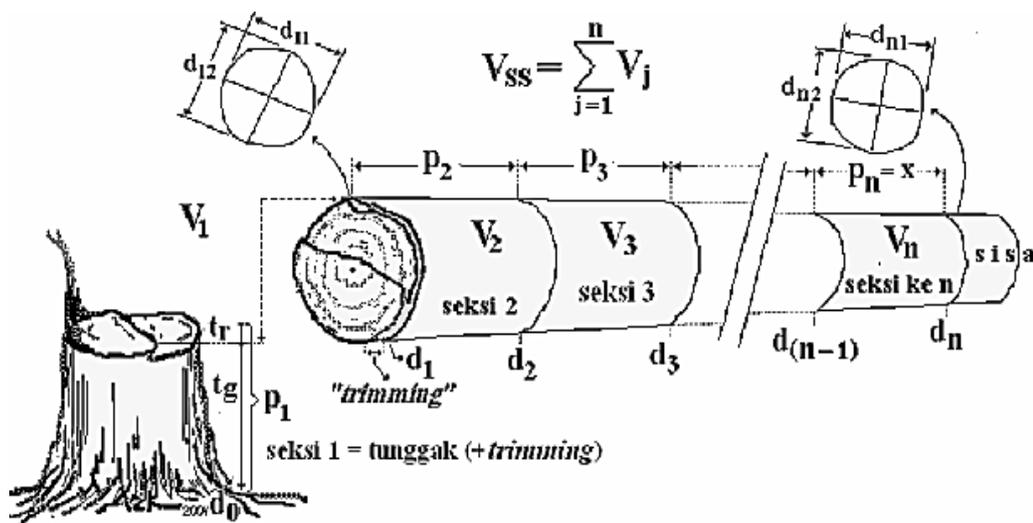
$V_{pohon} = 0,75 \ m^3$

b. Seksi 1 = (t_g + t_r)

Tanpa penandaan dimaksud adalah penandaan tidak dibuat sebelum pohon di tebang. Penandaan dapat dilakukan dengan memperhatikan trimming atau tidak. Pada dasarnya cara pengukuran dan perhitungan kedua cara ini adalah sama. Jadi bedanya apakah trimimng diperhitungkan atau tidak.

i. Pengukuran

- ukur panjang tiap seksi sesuai kesepakatan :
  - p_1 = tunggak (+ trimming)
  - p_2 = ... = $p_{(n-1)}$ = p_n = L

ii. ukur diameter pangkal dan ujung tiap seksi :

Gambar 10. Ilustrasi tanpa penandaan (Seksi 1 = t_g + t_r)
Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

iii. Perhitungan

- Diameter pangkal dan ujung tiap seksi :

  Seksi 1 ; $d_p = d_0 = 1/2\ (d_{01} + d_{02})$ dan $d_u = d_1 = 1/2\ (d_{11} + d_{12})$

  Seksi 2 ; $d_p = d_1 = 1/2\ (d_{11} + d_{12})$ dan $d_u = d_2 = 1/2\ (d_{21} + d_{22})$

  ……………..dan seterusnya………………………..

  Seksi n ; $d_p = d_{n-1} = 1/2\ (d_{n-1.1} + d_{n-1.2})$ dan $d_u = d_n = 1/2\ (d_{n1} + d_{n2})$

- Diameter rataan tiap seksi :

  Seksi 1 ; $dS_1 = 1/2\ (d_0 + d_1)$

  Seksi 2 ; $dS_2 = 1/2\ (d_1 + d_2)$ dst

  Seksi n ; $dS_n = 1/2\ (d_{n-1} + d_n)$

- Volume tiap seksi :

  Seksi 1 ; $V_1 = Qd.dS_1^2\ .p_1$

  Seksi 2 ; $V_2 = Qd.dS_2^2\ .p_2$ dst

  Seksi n ; $V_n = Qd.dS_n^{\ 2}\ .p_n$

  $V_1 = V_{tunggak\ (+\ trimming)}$

  $V_B = V_2 + V_3 + ... + V_{(n-1)} + V_n$

  $V_{pohon} = V_1 + V_B$

  $V_{pohon} = V_{SS}$

Contoh perhitungan penentuan volume tanpa penandaan seksi 1 = ($t_g + t_r$)!

Di sebuah blok tebang HTI Lestari Makmur pada tahun tebang 2013, pohon-pohon yang ditebang termasuk ke dalam jenis-jenis pohon hutan tanaman. Hitung volume pohon-pohon yang ditebang!

Jawab!

Panjang seksi untuk pohon hutan tanaman adalah panjang seksi 1 meter.

1) Buat daftar pengukuran dan perhitungannya (blanko). Banyaknya kolom dan baris disesuaikan; atau buat lebih umum.

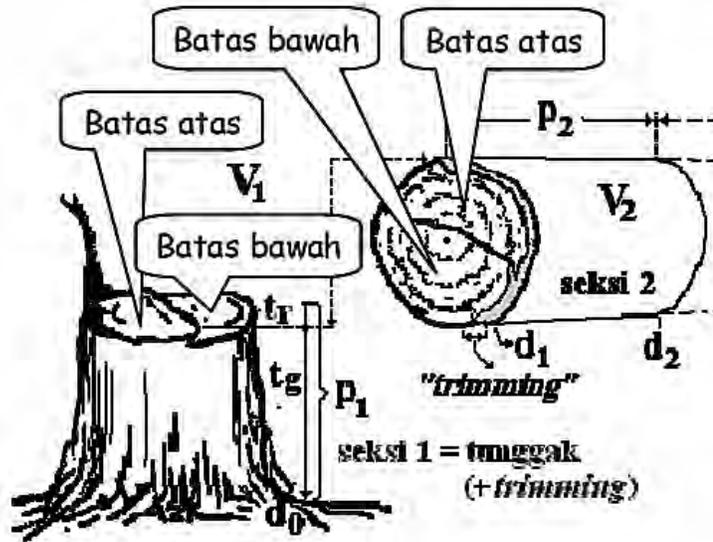
Tabel 17. Daftar pengukuran dan perhitungan

Seksi	P. Seksi (m)	Diameter (cm)		Lbds (m^2)	Volume (m^3)	Keterangan
		p/u	Rata-rata			

Sumber : Asy'ari dkk. (2012).

2) Menentukan panjang seksi 1 (setelah pohon tebang/rebah) :

- Ukuran tinggi tunggak dari pangkal hingga batas atas (atau BB) bekas tebangan, misal setinggi 34 cm.
- Ukuran tebal trimming dari batas atas bekas tebangan (atau BB) pada bagian pangkal batang ke arah ujung (bisa diberi spilasi), misal setinggi 12 cm. (Gambar 10).

- Berarti panjang seksi 1 masih kurang sepanjang 1 - (34 + 12) cm = 54 cm. Tambahkan 54 cm setelah batas atas trimming.

Gambar 11. Batas atas batas bawah bontos
Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

3) Selanjutnya ukur tiap 1 meter dan ternyata ada kelebihan sepanjang 40 cm. Berarti ditambahkan ke seksi terakhir untuk menjadi 1 seksi. Setelah dihitung diperoleh 12 seksi yang terdiri dari 11 seksi berukuran 1 meter dan sisanya sepanjang 1,4 meter. Jadi panjang batang adalah (1 x 11) + 1,4 m = 12,4 m.

4) Ukur diameter tiap seksi (pangkal dan ujung). Masukkan dalam daftar!

$$D_i = \frac{1}{2} x (d_i + d_{i-1})$$

Seksi 1 : D $= \frac{1}{2} x (33{,}7 + 36{,}6)$ m = 35,2 m

Seksi 2 : D $= \frac{1}{2} x (30{,}6 + 33{,}7)$ m = 32,2 m

Seksi 3 : D $= \frac{1}{2} x (28{,}5 + 30{,}6)$ m = 29,6 m

Seksi 4 : D $= \frac{1}{2}\ x\ (25{,}3 + 28{,}5)$ m = 26,9 m

Seksi 5 : D $= \frac{1}{2}\ x\ (24{,}7 + 25{,}3)$ m = 25,0 m

Seksi 6 : D $= \frac{1}{2}\ x\ (23{,}8 + 24{,}7)$ m = 24,3 m

Seksi 7 : D $= \frac{1}{2}\ x\ (23{,}2 + 23{,}8)$ m = 23,5 m

Seksi 8 : D $= \frac{1}{2}\ x\ (22{,}6 + 23{,}2)$ m = 22,9 m

Seksi 9 : D $= \frac{1}{2}\ x\ (21{,}9 + 22{,}6)$ m = 22,3 m

Seksi 10 : D $= \frac{1}{2}\ x\ (21{,}4 + 21{,}9)$ m = 21,7 m

Seksi 11 : D $= \frac{1}{2}\ x\ (20{,}8 + 21{,}4)$ m = 21,1 m

Seksi 12 : D $= \frac{1}{2}\ x\ (20{,}4 + 20{,}8)$ m = 20,6 m

5) Lbds tiap seksi dihitung dengan rumus :

Lbds = $\frac{11}{140000} . D^2\ (m^2)$

Seksi 1 : Lbds = $\frac{11}{140000} . 35{,}2^2\ m^2 = 0{,}0971\ m^2$

Seksi 2 : Lbds = $\frac{11}{140000} . 32{,}2^2\ m^2 = 0{,}0812\ m^2$

Seksi 3 : Lbds = $\frac{11}{140000} . 29{,}6^2\ m^2 = 0{,}0686\ m^2$

Seksi 4 : Lbds = $\frac{11}{140000} . 26{,}9^2\ m^2 = 0{,}0569\ m^2$

Seksi 5 : Lbds = $\frac{11}{140000} . 25{,}0^2\ m^2 = 0{,}0491\ m^2$

Seksi 6 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. $24{,}3^2$ m^2 = 0,0462 m^2

Seksi 7 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. $23{,}5^2$ m^2 = 0,0434 m^2

Seksi 8 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. $22{,}9^2$ m^2 = 0,0412 m^2

Seksi 9 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. $22{,}3^2$ m^2 = 0,0389 m^2

Seksi 10 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. $21{,}7^2$ m^2 = 0,0368 m^2

Seksi 11 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. $21{,}1^2$ m^2 = 0,0350 m^2

Seksi 12 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. $20{,}6^2$ m^2 = 0,0333 m^2

6) Volume pohon yang didasarkan pada volume seksi :

- Volume tiap seksi :

  V_{seksi} = Lbds x P_{seksi}

  Seksi 1 : V_{seksi} = 0,0971 m^2 x 0,46 m = 0,04 m^3

  Seksi 2 : V_{seksi} = 0,0812 m^2 x 1,0 m = 0,08 m^3

  Seksi 3 : V_{seksi} = 0,0686 m^2 x 1,0 m = 0,07 m^3

  Seksi 4: V_{seksi} = 0,0569 m^2 x 1,0 m = 0,05 m^3

  Seksi 5 : V_{seksi} = 0,0491 m^2 x 1,0 m = 0,05 m^3

  Seksi 6 : V_{seksi} = 0,0462 m^2 x 1,0 m = 0,05 m^3

  Seksi 7 : V_{seksi} = 0,0434 m^2 x 1,0 m = 0,04 m^3

  Seksi 8 : V_{seksi} = 0,0412 m^2 x 1,0 m = 0,04 m^3

Seksi 9 : V_{seksi} = 0,0389 m^2 x 1,0 m = 0,04 m^3

Seksi 10 : V_{seksi} = 0,0368 m^2 x 1,0 m = 0,04 m^3

Seksi 11 : V_{seksi} = 0,0350 m^2 x 1,0 m = 0,03 m^3

Seksi 12 : V_{seksi} = 0,0333 m^2 x 1,4 m = 0,05 m^3

- Volume pohon :

  V_{pohon} = V_{ss} (Volume seluruh seksi)

  V_{pohon} = $V_1 + V_2 + V_3 + \ldots\ldots\ldots + V_{11} + V_{12}$

  V_{pohon} = (0,04 + 0,08 + + 0,03 + 0,05) m^3

  = 0,59 m^3

Rangkuman pengukuran dan hasil perhitungan disajikan dalam Tabel 18.

Tabel 18. Daftar hasil pengukuran dan perhitungan volume tanpa penandaan.

Seksi	P.seksi (m)	Diameter (cm)		Lbds (m^2)	Volume (m^3)	Ket.
		p/u	Rata2			
12	1,4	20,4	20,6	0,0333	0,05	d_{11}/d_{12}
11	1	20,8	21,1	0,0350	0,03	d_{10}/d_{11}
10	1	21,4	21,7	0,0368	0,04	d_9/d_{10}
9	1	21,9	22,3	0,0389	0,04	d_8/d_9
8	1	22,6	22,9	0,0412	0,04	d_7/d_8
7	1	23,2	23,5	0,0434	0,04	d_6/d_7
6	1	23,8	24,3	0,0462	0,05	d_5/d_6
5	1	24,7	25,0	0,0491	0,05	d_4/d_5
4	1	25,3	26,9	0,0569	0,06	d_3/d_4
3	1	28,5	29,6	0,0686	0,07	d_2/d_3
2	1	30,6	32,2	0,0812	0,08	d_1/d_2
1	0,46	33,7	35,2	0,0971	0,04	d_0/d_1
0		36,6				d_0 = pkl btg
Jumlah	**11,86**	-	-	-	**0,59**	

Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

Catatan!

Perhitungan volume pohon hasil pengukuran diameter setinggi 130 cm (33,6 cm) dan tinggi pohon 12 meter diperoleh :

$$V_{pohon} = \frac{11}{140000} \cdot 33{,}6^2 \cdot 12 \times 0{,}7$$

$$V_{pohon} = 0{,}75 \text{ m}^3$$

(3) Cara Optis (Spiegel Relaskop)

A. Persiapan

a. Buat daftar pengukuran dan perhitungan seperti pada Tabel 19.

Tabel 19. Daftar pengukuran dan perhitungan.

Seksi	Tinggi (m)		Sdt bidik		Bacaan Bar		Dia- (cm)		Lbds (m^2)	Vol. (m^3)
	Bdt	Td	σ°	p%	nF	nQ	p/u	Rata2		

Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

b. Sepakati panjang (kenaikan tinggi) tiap seksi (1 meter untuk jenis hutan tanaman atau 2 meter untuk jenis hutan rimba). Misal sepanjang ps meter.

c. Ukur tinggi mata (Tm) dalam meter (= Bdm = 0).

d. Ukur tinggi pohon hingga ketinggian tertentu atau yang diinginkan (t meter) dan ukur jarak (Jd) antara si pengukur terhadap pohon (meter).

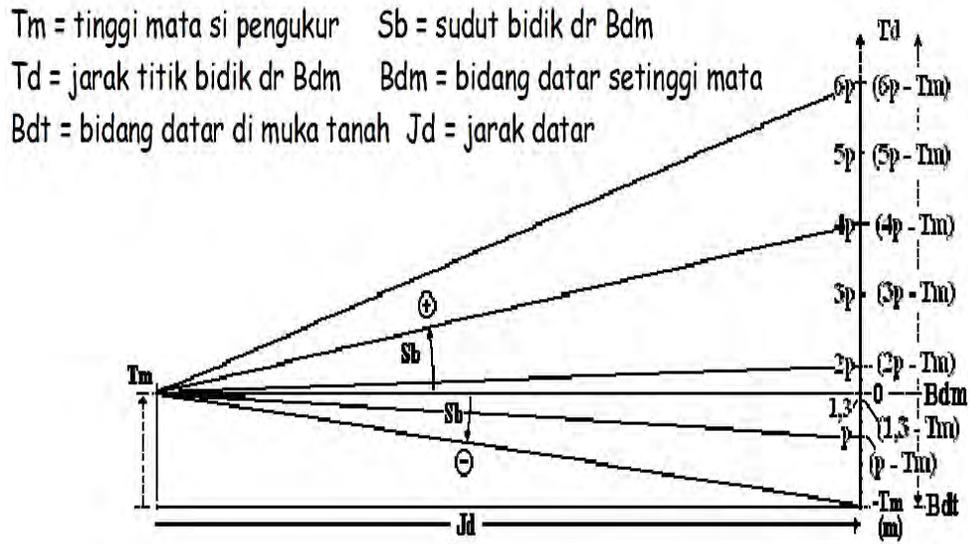
e. Hitung :

- ketinggian letak diameter dari Bdt untuk tiap seksi, termasuk ketinggian letak diameter setinggi 1,30 m. Bdt : 0, p, 2p, 3p , ...s/d, (n-1)p, np m
- jarak titik bidik dari BDm sesuai panjang seksi (Td), termasuk bidikan setinggi 1,30 m.

Td : (0 – Bdm) ; (p – Bdm) ; (2p – Bdm) ; (3p – Bdm);…….s/d ; {(n-1)p – Bdm} ; (np – Bdm)

- hitung sudut bidik (Sb) sesuai dengan Td

  Sd = (Td/Jd) x Q ; φ = 45^0 atau 100%

f. Buat ilustrasi pengukuran, sesuai isian dalam daftar.

Gambar 12. Ilustrasi pengukuran tinggi dengan spiegel

Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

B. Pelaksanaan

a. Dengan jarak ukur (Jd) yang telah ditentukan, bidik batang pohon tiap kenaikan 1 meter sesuai dengan sudut bidik (derajat atau persen).
b. Bersamaan dengan pembacaan sudut bidik, langsung baca bar (nF dan nQ) untuk diameter pangkal dan ujung tiap seksi.
c. Perhitungan

   a. Hitung diameter pangkal dan ujung tiap seksi, kemudian rataannya tiap seksi.

$$D\ (cm) = \frac{\{(nF\ x\ 4) + nQ\}}{2}\ x\ Jd$$

$$D\ rataan = \frac{(D_p + D_u)}{2}\ x\ cm$$

b. Hitung Lbds tiap seksi

Lbds = $\frac{11}{140000}\ x\ D^2\ (m^2)$

D dalam satuan cm

c. Hitung volume tiap seksi (V_s), kemudian volume pohon merupakan penjumlahan volume seluruh seksi (V_{ss}).

V_{seksi} = Lbds x ps m^3

V pohon = $\sum_{i=1}^{n} V_{si}\ (m^3)$

= VSS (volume seluruh seksi)

Penentuan Volume pohon berdiri secara optis

1) Persiapan

a. Buat daftar pengukuran dan perhitungan
b. Panjang seksi yang disepakati 1 meter, karena termasuk jenis hutan tanaman.
c. Tinggi mata (Tm) si pengukur setinggi 1,4 m.
d. Tinggi pohon 11,3 m dengan ukur jarak (Jd) sejauh 10 m.

e. Perhitungan :

- tentukan letak diameter dari Bdt (tiap kenaikan 1 m) : 0, 1, 1,3, 2, 3, 4, ...s/d,,,, 9, 10, 11,3 m.
- jarak titik bidik dari BDm (Td) : (0 – 1,4) = -1,4; (1 – 1,4) = -0,4; (1,3 – 1,4) = -0,1; (2 – 1,4) = 0,6; ...s/d... ; (9 – 1,4) = 7,6); (10 – 1,4) = 8,6; (11,3 – 1,4) = 9,9 m.
- sudut bidik (sebagai contoh ditampilkan kedua Sb)

(a) Arah bidik ke pangkal batang (0 meter dari Bdt atau 1,4 meter di bawah Bdm atau -1,4 m dari Bdm)

$((-1,4)/10) \times 45^0 = -6,3^0$ atau $((-1,4)/10) \times 100\% = -14\%$

(b) Arah bidik 1 meter di atas pangkal batang (berarti berjarak 0,4 m di bawah Bdm atau -0,4 dari Bdm)

$((-0,4)/10) \times 45^0 = -1,8^0$ atau $((-0,4)/10) \times 100\% = -4\%$

(c) Arah bidik 1,3 meter di atas pangkal batang (berarti berjarak 0,1 m di bawah Bdm atau -0,1 m dari Bdm)

$((-0,1)/10) \times 45^0 = -0,45^0$ atau $((-0,1)/10) \times 100\% = -1\%$

(d) Arah bidik 2 meter di atas pangkal batang (berarti berjarak 0,6 m di atas Bdm atau 0,6 m dari Bdm)

$((0,6)/10) \times 45^0 = 2,7^0$ atau $((0,6)/10) \times 100\% = 6\%$

Ket. : — = *tanda negatip menunjukkan berada di bawah Bdm*

(e) Arah bidik 3 meter di atas pangkal batang (berarti berjarak 1,6 m di atas Bdm atau 1,6 m dari Bdm)

((1,6)/10) x 45⁰ = 7,2⁰ atau ((1,6)/10) x 100% = 16%

(f) Dan seterusnya

(g) Arah bidik 11,3 meter di atas pangkal batang (berarti berjarak 9,9 m di atas Bdm atau 9,9 m dari Bdm)

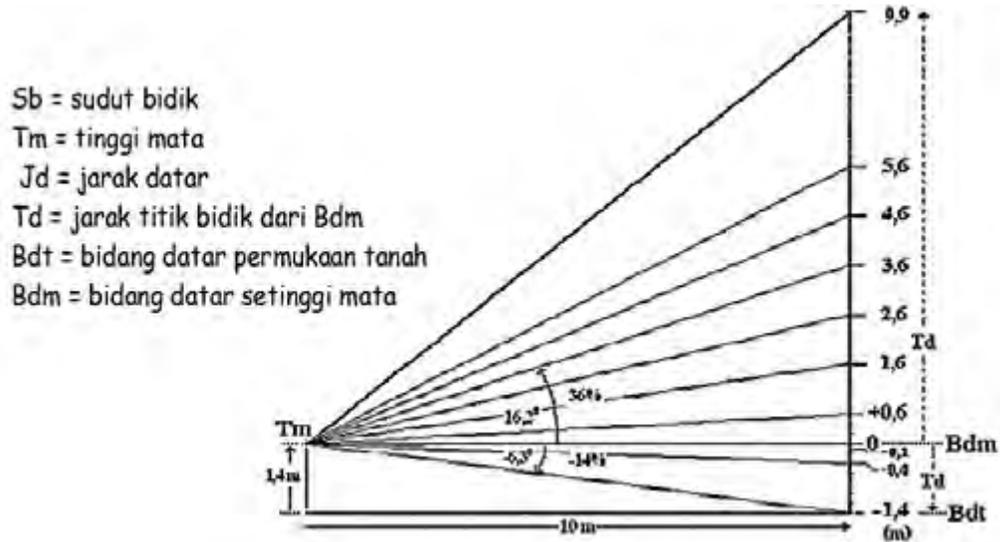
((9,9)/10) x 45⁰ = 44,55⁰ atau ((9,9)/10) x 100% = 99%

Tabel 20. Hasil pengukuran dalam tahap persiapan.

Seksi	Tinggi (m)		Sdt bidik		Bacaan Bar		Dia- (cm)		Lbds (m^2)	Vol. (m^3)
	Bdt	Td	σ°	p%	nF	nQ	p/u	Rata2		
11	11,3	9,9	44,6	99						
10	10	8,6	38,7	86						
9	9	7,6	34,2	76						
8	8	6,6	29,7	66						
7	7	5,6	25,2	56						
6	6	4,6	20,7	46						
5	5	3,6	16,2	36						
4	4	2,6	11,7	26						
3	3	1,6	7,2	16						
2	2	0,6	2,7	6						
Bdm	1,4	0								
Dsd*	1,3	-0,1	-0,45	-1						
1	1	-0,4	-1,8	-4						
Bdt	0	-1,4	-6,3	-14						

** diikutsertakan hanya sebagai pembanding*

Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

f. Ilustrasikan semua hasil ukuran dan perhitungan pada tahap persiapan.

Gambar 13. Ilustrasi hasil ukur dan perhitungan pada tahap persiapan

Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

2)Pelaksanaan

Bidik batang pohon tiap kenaikan 1 meter sesuai dengan besaran satuan bidik Sb dan langsung baca bar (nF dan nQ).

- 0 m (pada Bdt) ; -6,3° atau -14% ; Bar : 1 dan 2,1
- 1 m di atas Bdt ; -1,8° atau -4% ; Bar : 1 dan 1,4
- 1,3 di atas Bdt ; -0,45° atau -1% ; Bar : 1 dan 1,3
- 2 m di atas Bdt ; -2,7° atau -6% ; Bar : 1 dan 1,2
- 3 m di atas Bdt ; -7,2° atau -16% ; Bar : 1 dan 1,0
- .... dan seterusnya ....
- 11,3 m di atas Bdt ; 44,6% atau 99% ; Bar : 0 dan 1,8

Masukkan bacaan bar (kotak merah) ke dalam daftar.

Tabel 21. Hasil pengukuran tahap pelaksanaan.

Seksi	Tinggi (m)		Sdt bidik		Bacaan Bar		Dia- (cm)		Lbds (m^2)	Vol. (m^3)
	Bdt	Td	σ°	p%	nF	nQ	p/u	Rata2		
11	11,3	9,9	44,6	99	0	1,8				
10	10	8,6	38,7	86	0	2,2				
9	9	7,6	34,2	76	0	2,7				
8	8	6,6	29,7	66	0	3,1				
7	7	5,6	25,2	56	0	3,5				
6	6	4,6	20,7	46	1	0,3				
5	5	3,6	16,2	36	1	0,4				
4	4	2,6	11,7	26	1	0,8				
3	3	1,6	7,2	16	1	1				
2	2	0,6	2,7	6	1	1,2				
Bdm	1,4	0								
Dsd*	1,3	-0,1	-0,45	-1	1	1,3				
1	1	-0,4	-1,8	-4	1	1,4				
Bdt	0	-1,4	-6,3	-14	1	2,1				

Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

3) Perhitungan

a. Diameter (pangkal & ujung) tiap seksi dan D_{130}

Seksi 1 ; Dp1 = [{(1 x 4) + 2,1}/2] x 10 = 30,5 cm

Du1 = [{(1 x 4) + 1,4}/2] x 10 = 27,0 cm

Pohon : D130 = [{(1 x 4) + 1,3}/2] x 10 = 26,5 cm

Seksi 2 ; Dp2 = [{(1 x 4) + 1,4}/2] x 10 = 27,0 cm

Du2 = [{(1 x 4) + 1,2}/2] x 10 = 26,0 cm

Seksi 3 ; Dp3 = [{(1 x 4) + 1,2}/2] x 10 = 26,0 cm

Du3 = [{(1 x 4) + 1,0}/2] x 10 = 25,0 cm

................dst ....

Seksi 11 ; Dp11 = [{(0 x 4) + 2,2}/2] x 10 = 11,0 cm
Du11 = [{(0 x 4) + 1,8}/2] x 10 = 9,0 cm

b. Lbds tiap seksi dan $Lbds_{130}$

Seksi 1 ; Lbds = (11/140000) x {(30,5 + 27)/2}^{2} = 0,0649 m^2

Pohon ; Lbds = (11/140000) x 26,5^2 = 0,0649 m^2

Seksi 2 ; Lbds = (11/140000) x {(27 + 26)/2}^{2} = 0,0552 m^2

................dst..................

Seksi 11 ; Lbds = (11/140000) x {(11 + 9)/2}^{2} = 0,0079 m^2

c. Volume pohon

Seksi 1 ; V_{s1} = 0,0649 x 1 = 0,06 m^3

Seksi 2 ; V_{s2} = 0,0552 x 1 = 0,06 m^3

..................dst..................

Seksi 11 ; V_{s11} = 0,0079 x 1,3 = 0,01 m^3

V_{pohon} = V_{ss} (volume seluruh seksi)

= 0,06 + 0,6 + 0,5 + ...+ 0,01 = 0,39 m^3

Vpohon = 0,0552 x 11,3 x 0,7 = 0,44 m^3

Tabel 22. Hasil perhitungan.

Seksi	Tinggi (m)		Sdt bidik		Bacaan Bar		Dia- (cm)		Lbds	Vol.
	Bdt	Td	σ°	p%	nF	nQ	p/u	Rata2	(m²)	(m³)
11	11,3	9,9	44,6	99	0	1,8	9,0	10,0	0,0079	0,01
10	10	8,6	38,7	86	0	2,2	11,0	12,3	0,0118	0,01
9	9	7,6	34,2	76	0	2,7	13,5	14,5	0,0165	0,02
8	8	6,6	29,7	66	0	3,1	15,5	16,5	0,0214	0,02
7	7	5,6	25,2	56	0	3,5	17,5	19,5	0,0299	0,03
6	6	4,6	20,7	46	1	0,3	21,5	21,8	0,0372	0,04
5	5	3,6	16,2	36	1	0,4	22,0	23,0	0.0416	0,04
4	4	2,6	11,7	26	1	0,8	24,0	24,5	0,0427	0,05
3	3	1,6	7,2	16	1	1	25,0	25,5	0,0511	0,05
2	2	0,6	2,7	6	1	1,2	26,0	26,5	0,0552	0,06
Bdm	1,4	0								
Dsd*	1,3	-0,1	-0,45	-1	1	1,3		26,5	0,0649	
1	1	-0,4	-1,8	-4	1	1,4		28,8	0.0649	0,06
Bdt	0	-1,4	-6,3	-14	1	2,1				

Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

(4) Cara Grafis.

Dasar kerjanya yaitu memindahkan (ploting) gambaran bentuk suatu benda ke dalam kertas milimeter (grafik). Parameter yang menggambarkan bentuk-bentuk benda tersebut berupa angka-angka ukuran diameter sebagai ordinat dan panjang sebagai absis dalam salib sumbu.

Angka-angka ukuran diameter dan tinggi dimaksud adalah ukuran diameter berbagai ketinggian dan jarak antara diameter tersebut dibuat sistematik (sama), misal 1 atau 2 meter. Bila angka-angka hasil ukuran diameter dikuadratkan atau dikonversi ke luas penampangnya, kemudian dipindahkan ke atas kertas grafik sesuai dengan ketinggiannya, maka akan menghasilkan grafik yang dinamakan kurva taper.

Penyajian dalam bentuk kurva ini berupa salib-sumbu pada kuadran pertama :

- diameter (d), diameter kuadrat (d^2), konversi luas penampangnya sebagai unsur ordinat.
- tinggi untuk berbagai pengukuran diameter sebagai unsur absis.

Hasil perhitungannya (luas di bawah kurva) dapat dilakukan dua cara :

- menghitung jumlah kotak (dot-grid) yang terdapat dalam grafik.
- menggunakan metode Planimeter.

Penggunaan metode planimeter untuk mengukur luas grafik di bawah kurva, diubah ke dalam besaran volume berdasarkan rumus :

$$V = L \cdot V_{dg}$$

dengan,

V = volume.

L = luas grafik di bawah kurva.

V_{dg} = volume dot-grid (1 cm^2)

Volume dot-grid ditentukan dengan rumus vdg = A . P

A = luas penampang lintang dalam satuan skala salib-sumbu (dot-grid)

P = tinggi atau panjang batang dalam satuan skala salib-sumbu

Penyajian dalam bentuk kurva taper ini dapat pula dilakukan terhadap pohon yang sudah rebah.

Contoh penentuan volume pohon berdiri secara grafis.

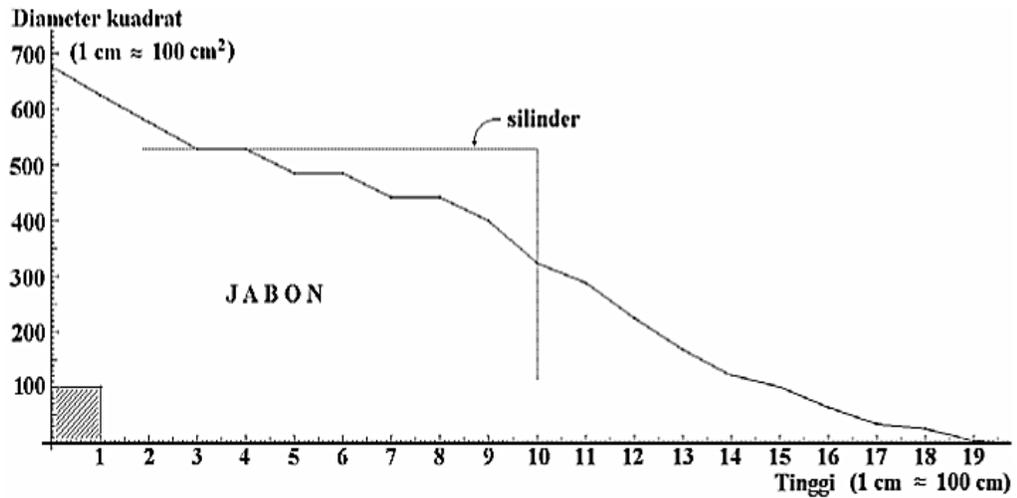
Hasil pengukuran dimensi pohon jenis jabon diperoleh diameter setinggi dada 24 cm dan tinggi 19,4 meter. Penentuan volumenya dengan mengkuadratkan diameter sebagai unsur ordinat dan tinggi sebagai absis.

1) Menentukan skala salib-sumbu

Tentukan lebih dulu perbandingan skala ukuran diameter kuadrat dengan satuan ukuran pada salib-sumbu :

- Misal perbandingan skala salib-sumbu untuk diameter kuadrat yaitu 100 : 1; artinya d^2 = 100 cm^2 (lapangan) dipindahkan ke dalam grafik menjadi 1 cm.
- Perbandingan untuk tinggi yaitu 100 : 1; artinya t = 100 cm (lapangan) dipindahkan ke dalam graf ik menjadi 1 cm.
- Sehingga luasan setiap 1 cm^2 (dot-grid) dalam grafik ditunjukkan dengan unsur ordinat (d^2) = 100 cm^2 dan 100 cm unsur absis (t).

Dari hasil ukuran diperoleh diameter dan ketinggian letak diameter.

- Data diameter (d) dikuadratkan menjadi kuadrat diameter (d^2).
- Pindahkan unsur-unsur ordinat (d^2) ke dalam graf ik yang disesuai-kan dengan kenaikan letak diameter (t) sepanjang satu meter.
- Demikian seterusnya dan hubungkan setiap titik temu tersebut sehingga membentuk kurva.

Gambar 14. Kurva diameter dan ketinggian letak diameter
Sumber : Asy'ari dkk. (2012).

2) Perhitungan volume

a. Menghitung jumlah dot-grid

Tentukan lebih dulu besaran volume dot-grid seluas 1 cm^2 (V_{dg}). Berdasarkan skala yang telah ditentukan diperoleh volume 1 dot-grid sebagai berikut :

V_{dg} = ð . 1/4 . d^2 .t = ð . 1/4 . 100 cm^2 . 100 cm = 0,007854 m3

Maka volume luasan 1 cm^2 ≈ 0,007854 m^3 (1 dot-grid) atau 1 mm^2 ≈ 7,854E-05 = 0,00007854 m^3

Jumlah dot-grid di bawah kurva = 61,94 (setelah dihitung) ~ volume pohon = 61,94 x 0,007854 m^3 = 0,4865 m^3

b. Metode planimeter

Tentukan lebih dulu luasan 1 cm^2 pada grafik (kertas milimeter) yang ditunjukkan pada skala planimeter. Misalkan hasil pembacaan 1 cm2 pada skala planimeter adalah 10.

- Volume dot-grid :

V_{dg} = A . P

= ð .1/4 . d^2 .t

= ð . 1/4 . 100 cm^2 . 100 cm

= 0,007854 m^3

Luasan grafik di bawah kurva hasil pengukuran planimeter sebesar 61,9.

- Volume pohon :

V = L . V_{dg}

= 61,9 x 0,007854 m^3 = 0,4862 m^3

Hasil perhitungan rumusan volume pohon diperoleh :

$$V = \frac{11}{140000} . D^2 . T . f_f$$

$$= \frac{11}{140000} . 24^2 . 19{,}4 . 0{,}7$$

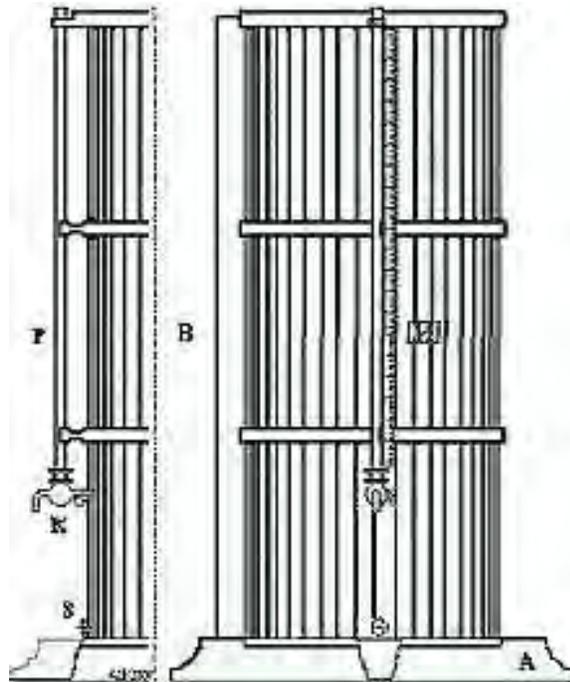
$$= 0{,}6146 \ m^3$$

Bila ingin mengetahui volume batang (kayu bulat), maka ukuran silindernya (diameter dan panjang) dipindahkan dan letakkan berimpitan dengan titik temu antara diameter dan panjang batang tersebut. Perhitungan volumenya (bagian batang yang dianggap silinder) dapat ditentukan dengan salah satu dari kedua cara di atas.

d. Penentuan Volume Kayu Rebah.

1. Cara langsung

Alat ini mengacu pada hukum Archimedes, yaitu volume suatu benda sama dengan volume zat cair yang dipindahkan oleh

benda tersebut. Volume air yang dipindah sebanding dengan naiknya permukaan air pada pipa gelas P.

Gambar 15. Xylometer
Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

2. Cara matematis

a. Volume kayu bulat

Cara ini menganggap bahwa batang kayu merupakan suatu benda putar sempurna berupa silinder. Sehingga berlaku rumus :

$$V = b . p$$

dengan,

b = luas bontos (penampang lintang) rataan.

p = panjang batang

Luas bontos rataan diperoleh dari hasil ukuran diameter (pangkal dan ujung, kemudian meratakannya), akhirnya diperoleh rumus :

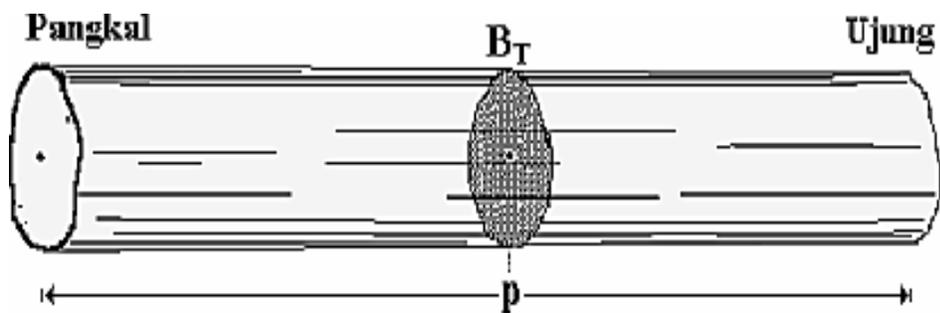
$$b = \frac{11}{140000} . d^2$$

Sehingga perhitungan volumenya menjadi :

$$V = \frac{11}{140000} . D^2 . T$$

Volume benda-benda yang ditentukan dengan cara ini antara lain benda-benda berupa benda putar (silinder, parabola, kerucut, neiloid) dan benda-benda segi banyak yang mempunyai bentuk teratur (prisma, piramida).

Berdasarkan letak pengukuran diameter pada batang untuk menduga volume kayu bulat didekati dengan beberapa rumus (Rumus Terapan).

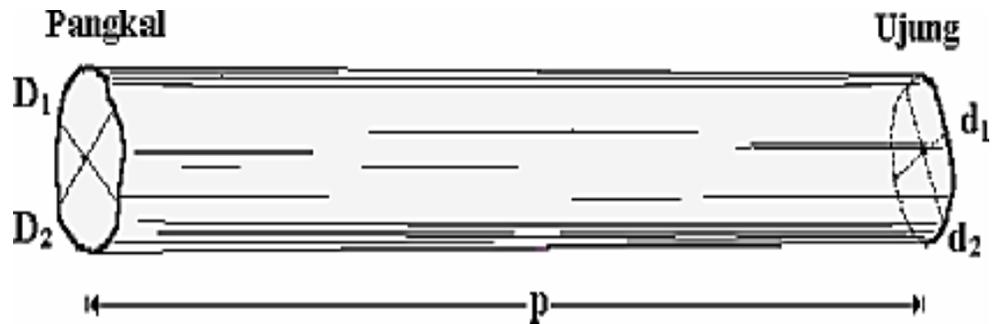
- **Rumus Hubër**

Gambar 16. Batang kayu
Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

$$V_{Hd} = \frac{11}{560000} . (D_1 + D_2)^2 . P \ m^3$$

(bila yang diukur diameter)

$$V_{Hk} = \frac{7}{880000} . K_T{}^2 . P \ m^3$$

(bila yang diukur keliling)

- **Rumus Brereton** (modifikasi rumus Hubër)

Gambar 17. Batang kayu
Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

$$V = \frac{11}{2240000} . (D_1 + D_2 + d_1 + d_2)^2 . P\ m^3$$

(disepakati hanya pengukuran diameter)

- **Rumus Smalian**

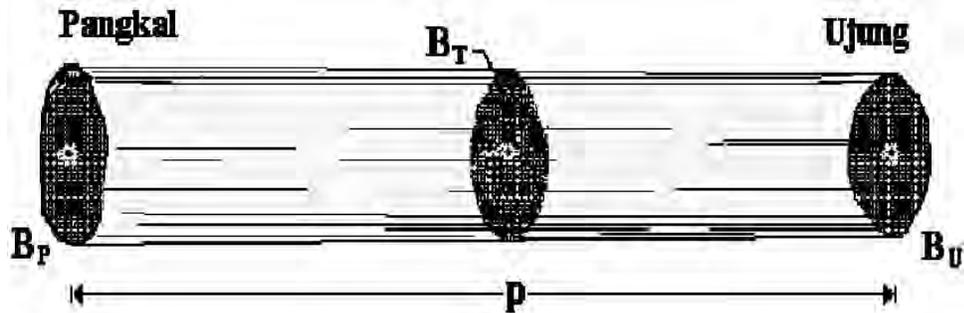
Gambar 18. Batang kayu
Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

$$V_{Sm\text{-}d} = \frac{11}{1120000} . \{(D_1 + D_2)^2 + (d_1 + d_2)^2\} . P\ m^3$$

(bila yang diukur diameter)

$$V_{Sm\text{-}k} = \frac{7}{1760000} . \{ (K_1)^2 + (k_2)^2\} . P\ m^3$$

(bila yang diukur keliling)

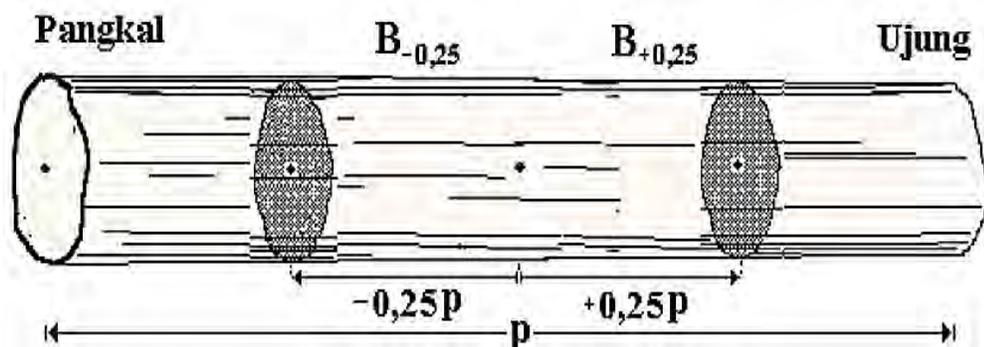
- **Rumus Newton**

Gambar 19. Batang kayu
Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

$$V_{Nd} = \frac{11}{3360000} . \{(D_1 + D_2)^2 + 4.(D_3 + D_4)^2 + (D_5 + D_6)^2\} . P \ m^3$$

(bila yang diukur diameter)

$$V_{Nk} = \frac{7}{5280000} . \{K^{12} + 4.K_2^2 + K_3^2\} . P \ m^3$$

(bila yang diukur keliling)

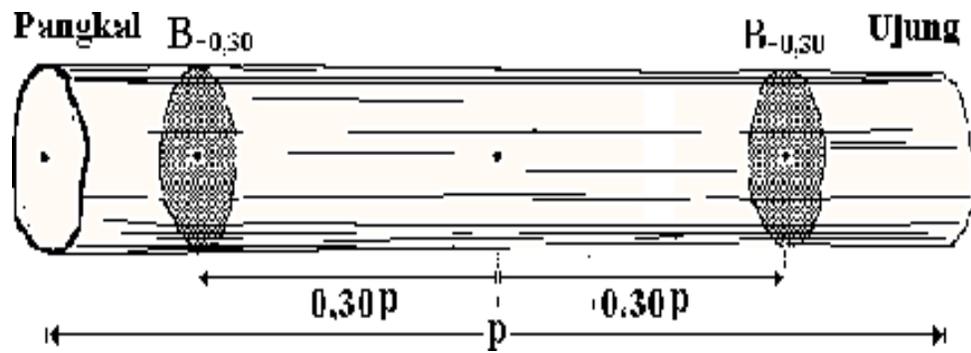
- **Rumus Preszler**

Gambar 20. Batang kayu
Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

$$V_{Pz\text{-}d} = \frac{11}{1120000} . \{(D_1 + D_2)_{-0,25P}{}^2 + (d_1 + d_2)_{+0,25P}{}^2\} . P\ m^3$$

(bila yang diukur diameter)

$$V_{Pz\text{-}k} = \frac{7}{1760000} . \{(K_{-0,25P})^2 + (K_{+0,25P})^2\} . P\ m^3$$

(bila yang diukur keliling)

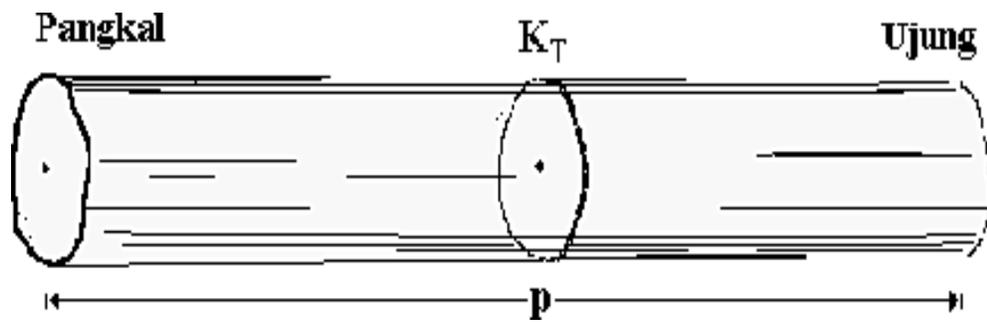
- **Rumus Simony**

Gambar 21. Batang kayu
Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

$$V_{Si\text{-}d} = \frac{11}{1120000} . \{(D_1 + D_2)_{-0,30P}{}^2 + (d_1 + d_2)_{+0,30P}{}^2\} . P\ m^3$$

(bila yang diukur diameter)

$$V_{Si\text{-}k} = \frac{7}{1760000} . \{(K_{-0,30P})^2 + (K_{+0,30P})^2\} . P\ m^3$$

(bila yang diukur keliling)

- **Rumus Hoppus**

Gambar 22. Batang kayu
Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

$$V_{Hp} = (\frac{1}{160000}.(K_T)^2.P\ m^3$$

Memperhatikan rumusan bias volume terhadap perhitungan volume ketujuh rumusan kayu bulat tersebut bahwa rumusan Newton memiliki bias sangat kecil sekali sehingga dinyatakan biasnya nol. Bias untuk rumusan lainnya bervariasi dan secara singkat dapat dinyatakan sebagai berikut :

- Kesalahan negatif (under estimate) : menguntungkan konsumen

  $V_{Hubër} < V_{Hoppus} < V_{Preszler} < V_{Brereton} < V_{Newton}$

  Kerucut : $V_{Hoppus} < V_{Hubër} = V_{Brereton} < V_{Preszler} < V_{Newton}$

  Neiloid : $V_{Hubër} < V_{Hoppus} < V_{Preszler} < V_{Brereton} < V_{Newton}$

- Kesalahan positif (over estimate) : merugikan konsumen

  $V_{Smalian} > V_{Simony} > V_{Newton}$

  Kerucut : $V_{Smalian} > V_{Simony} > V_{Newton}$

  Neiloid : $V_{Smalian} > V_{Simony} > V_{Newton}$

b. Volume kayu gergajian

Kayu gergajian (pertukangan) merupakan hasil yang diperoleh dari pengolahan (penggergajian) kayu bulat (dolok atau logs atau sebatang pohon) dari berbagai ukuran menjadi sortimen dengan ukuran tertentu, misalnya balok, bantalan, papan. Rumusan umumnya adalah :

Volume = panjang x lebar x tebal (tinggi)

3. **Cara grafis**

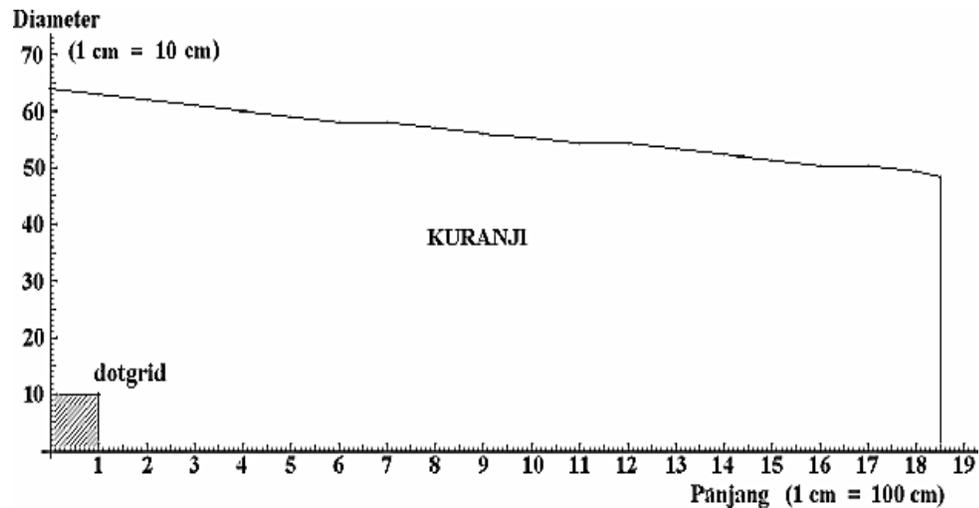
Dasar kerjanya sama seperti pada penentuan volume pohon berdiri secara grafis. Bedanya pohon sudah tebang dan berupa kayu bulat.

Contoh!

Penentuan volume kayu bulat secara grafis.

Volume batang pohon Kuranji (panjang = 18,5 m; diameter pangkal = 64,0 cm; diameter ujung = 48,2 cm) yang dicontohkan berikut dengan diameter (d) sebagai unsur ordinat dan panjang (p) sebagai unsur absis.

(1) Menentukan skala koordinat (salib sumbu)

- Perbandingan skala untuk diameter adalah 10 : 1; berarti d = 10 cm (lapangan) dipindahkan ke dalam grafik menjadi 1 cm.
- Perbandingan untuk panjang yaitu 100 : 1; berarti p = 100 cm (lapangan) dipindahkan ke dalam grafik menjadi 1 cm.
- Pindahkan hasil ukuran diameter penampang lintang batang (d) sebagai unsur ordinat dan letak diameter setiap penambahan panjang 1 meter (p) ke dalam grafik. Demikian seterusnya dan hubungkan setiap titik temu tersebut sehingga membentuk kurva.

Gambar 23. Kurva penentuan volume berdasarkan grafis
Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

(2) Perhitungan volume

a. Menghitung jumlah dot-grid

V_{dg} = ð . 1/4 . d^2 .t

= ð . 1/4 . 100 cm^2 . 100 cm

= 0,007854 m^3

Jumlah kotak (dot-grid) setelah dihitung sebanyak 583. Jadi, volume batang = 583 x 0,007854 m^3 = 4,5789 m^3

b. Metode planimeter

Sebelumnya telah ditentukan luasan 1 cm^2 pada grafik yang ditunjukkan pada skala planimeter. Misalkan hasil pembacaan 1 cm^2 pada skala planimeter adalah 10.

Volume dot-grid : V_{dg} = A . P

= ð . $\frac{1}{4}$. d2 .t

= ð . $\frac{1}{4}$. $(10\ cm)^2$. 100 cm

= 0,007854 m^3

Luasan grafik di bawah kurva hasil pengukuran planimeter sebesar 583,1. Jadi, volume batang :

$$V = L \cdot V_{dg}$$
$$= 583,1 \times 0,007854 \text{ m}^3$$
$$= 4,5797 \text{ m}^3.$$

Bila Volume batang dihitung dengan rumus Brereton (dp = 63,5 cm; du = 48,7 cm; p = 18,5 m) akan diperoleh :

$$V = \frac{11}{140000} \cdot \{\frac{1}{4}(63,5 + 48,7)^2 \cdot p$$
$$= \frac{11}{140000} \cdot \{\frac{1}{2} (D_1 + D_2 + d_1 + d_2)\}^2 \cdot 18,5$$
$$= 4,5747 \text{ m}^3$$

e. Model Pendugaan Volume

1. Teori pendekatan model

Berdasarkan pendekatan bentuk batang (dari pangkal sampai ujung) terhadap benda-benda putar (neiloid, silindris, paraboloid dan paraboloid cone), maka untuk perhitungannya didekati dengan dua cara yaitu :

- volume merupakan fungsi dari diameter dan tinggi secara matametika (persamaan regresi).
- memperhatikan grafik bentuk batang dari pangkal sampai ujung melalui intergrasi persamaan taper.

(1) Persamaan regresi

Memperhatikan :

- Hubungan dua sifat dalam suatu persamaan regresi volume pohon dinyatakan sebagai fungsi dari diameter (Dsd) dan tinggi (T)

$$V = f\ (Dsd;T)$$

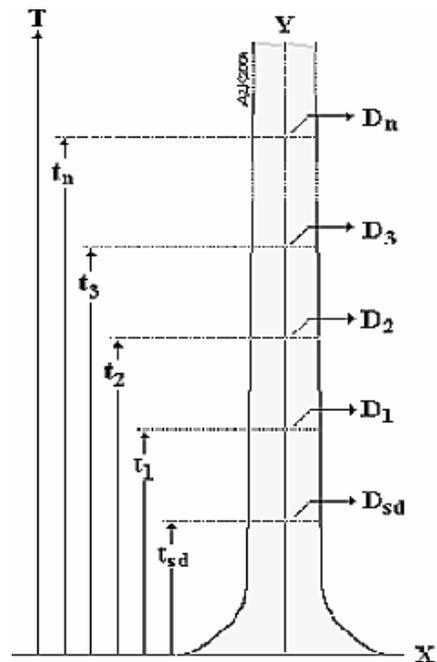
- Keeratan hubungan antara diameter dengan tinggi, maka volume diduga hanya berdasarkan diameternya dan dinyatakan sebagai fungsi :

  V = f (Dsd).

  Beberapa model persamaan regresi dikembangkan untuk menduga volume disajikan pada **Lampiran 5-2.**

(2) Persamaan taper

Taper diartikan sebagai suatu bentuk benda yang meruncing. Taper pada pohon diartikan sebagai pengurangan atau makin mengecilnya diameter batang dari pangkal hingga ke ujung.

Persamaan taper merupakan persamaan hasil dari jabaran bentuk batang dari pangkal sampai ujung yang tersusun ke dalam bentuk gambar berupa grafik. Jadi persamaan ini hanya dapat menduga volume batang saja. Pengertian ini diilustrasikan seperti Gambar 24.

Gambar 24. Ilustrasi taper
Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

- Hubungan diameter (D_1, D_2, D_3, ..., D_n) di sepanjang batang dengan Dsd, tinggi tertentu (T) dan ketinggian (t_1, t_2, t_3, ..., t_n) dari diameter yang bersangkutan dan secara matematis dinyatakan sebagai $D_n = f$ (Dsd, T, t_n).

  Ingat!

  Hubungan ketinggian dengan diameter sebagai dasar penyusunan model taper.
- Hubungan ketinggian dengan diameter sebagai dasar penyusunan model taper.

Beberapa model persamaan taper (setelah pengolahan integral) antara lain :

$(Dn / Dsd)2 \quad = b_0 + b_1 (t_n./ T) + b_2 (D_n / Dsd)^2$

$(Dn / Dsd) \quad = (t_n / T) / \{b_0 (t_n / T) + b_1 \}$

$\log D_n \quad = b_0 + b_1 \log (Dsd) + b_2 \log (T) + b_3 \log (t_n)$

dengan,

D_n = diameter tertentu di sepanjang batang

t_n = tinggi pada diameter tertentu (D_n)

2. Keabsahan model

Untuk mengetahui tingkat ketelitian model dugaan didasarkan pada besaran nilai sebagai berikut :

- simpangan agresif (SA)

  $$SA = \left\{\frac{\sum V_d - \sum V_a}{\sum V_d}\right\} x\ 100\%$$

- rataan persentase simpangan (SR)

  $$SR = \left\{\frac{\sum |\ (Vd - Va)\ /\ Vd\ |\ x\ 100\%}{N}\right\}$$

dengan,

Vd = volume dugaan (berdasarkan model pendugaan volume).

Va = volume aktual (berdasarkan data).

N = jumlah data.

Model pendugaan yang dianggap baik bila :

$$SA < 1\% \quad \text{dan} \quad SR < 10\%$$

f. Koreksi Bentuk

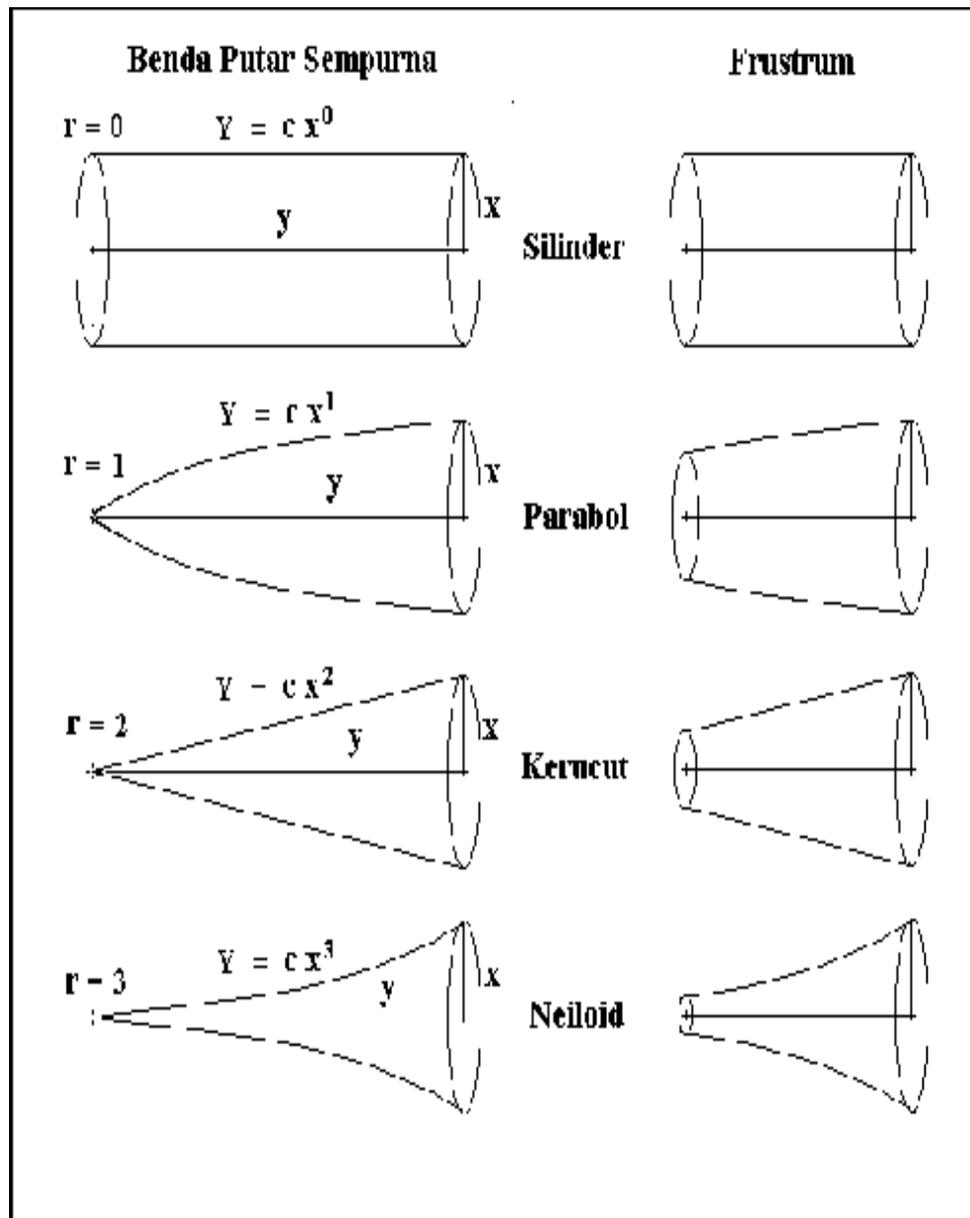
1. Bentuk Batang

Bentuk batang dari pangkal hingga ke ujung berkaitan erat dengan perubahan ukuran dan bentuk penampang lingkar batang.

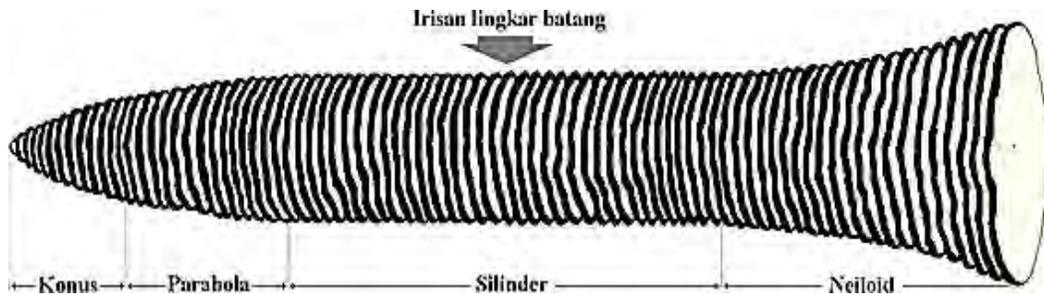
Setiap kenaikan pada ketebalan tertentu (misal tiap 1 mm atau 1 cm dinyatakan sebagai irisan lingkar batang) selalu terjadi perubahan ukuran dan bentuk penampang secara bertahap dan kontinyu. Umumnya ukuran penampang irisan semakin mengecil yang diikuti dengan perubahan bentuk penampang.

Berarti :

- penampang irisan lingkar batang tidak berupa lingkaran sempurna.
- ukuran dan bentuk irisan penampang lingkar batang selalu terjadi perubahan setiap kenaikan tinggi.
- irisan-irisan lingkar batang berupa frustrum (tipis) tersusun membentuk frustrum yang lebih besar, tidak membentuk silinder dan berakhir membentuk benda putar sempurna (BPS) yaitu bentuk kerucut (konus).

Bentuk-bentuk benda putar sempurna dan frustrumnya (terpancung) seperti Gambar 25.

Gambar 25. Bentuk-bentuk benda putar sempurna dan frustrumnya

Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

Perhatikan setiap ukuran dan bentuk penampang lingkar batang (irisan) pada Gambar 26.

Gambar 26. Susunan irisan lingkar batang
Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

Mengingat perhitungan volume didasarkan pada bentuk silinder, maka perlu dikoreksi untuk memperoleh volume yang sebenarnya.

Sekilas koreksi tersebut merupakan koreksi volume, tetapi sebenarnya adalah akibat bentuk batang yang tidak silinder. Seandainya batang pohon berbentuk silinder, koreksi bentuk tidak pernah terjadi. Oleh karena itu dinyatakan sebagai faktor bentuk (suatu nilai untuk mengoreksi bentuk batang karena tidak silinder).

2. Faktor Bentuk

(1) Pengertian Faktor Bentuk

Faktor bentuk (form factor) merupakan suatu bilangan/angka (tingkatan ratio) atau perbandingan antara volume batang (pohon) terhadap volume silindernya dengan tinggi dan diameter atau bidang dasar yang sama.

Memperhatikan volume silinder adalah Vs = (Lbds . T). Sedangkan bentuk batang pohon tidak pernah silinder, maka diperlukan

suatu faktor sebesar f sebagai koreksi. Sehingga rumusan volume tersebut menjadi :

$$Vp = (Lbds\ .\ T\ .\ f)$$

Selanjutnya besaran nilai f ditentukan dengan :

$$f = \frac{Vp}{Lbds\ .T}$$

(2) Penentuan Faktor Bentuk

a. Dasar Penentuan Faktor Bentuk

Sejalan dengan pengertian dasar pengukuran tinggi dan benda putar bahwa pengukuran diawali dari puncak ke bidang datar. Demikian pula dalam penentuan faktor bentuk bahwa letak bidang dasar B_x juga diawali atau sejauh x dari puncak (Gambar 27). Sehingga rumusan faktor bentuknya adalah :

Berarti fx bersifat tidak tetap dan tergantung dari :

- tinggi pohon
- nilai x (letak bidang dasar sejauh x dari puncak)
- koefisien bentuk r

Setelah melalui perhitungan yang cukup panjang dan disederhanakan sehingga diperoleh rumusan yang dinyatakan sebagai faktor bentuk normal.

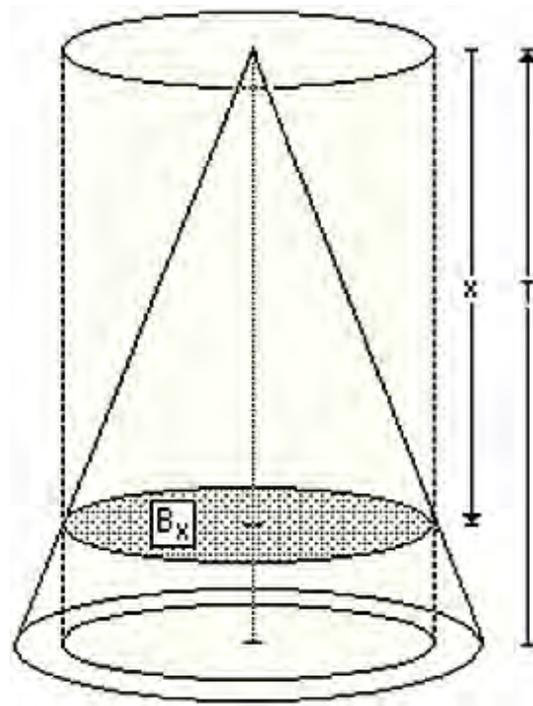
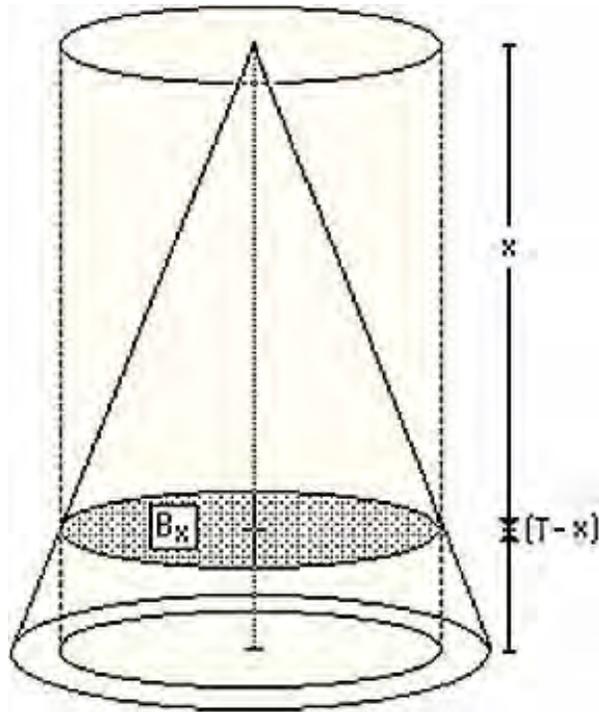
b. Faktor bentuk normal

Rumus $f_x = \frac{V}{B_x\ .\ T}$

Disini letak B_x masih sejauh x dari puncak (Gambar 28). Pengukuran letak bidang dasar dari puncak cukup menyulitkan, sehingga perlu diadakan perubahan awal pengukuran dan ini sejalan pula dengan pengukuran tinggi. Dengan kata lain bahwa awal pengukuran letak

bidang dasar diupayakan berawal dari bidang datar permukaan tanah.

$$f_x = \frac{1}{r+1}\left(\frac{T}{x}\right)^r$$

Bila demikian berarti tinggi letak bidang dasar dari permukaan tanah sejauh (T-x) = c. Ini merupakan kewajaran dalam pengukuran.

Gambar 27. Ilustrasi penentuan faktor bentuk
Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

Gambar 28. Ilustrasi faktor bentuk normal
Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

c. Faktor bentuk setinggi dada

Sejalan pengertian di atas, berati letak Bx sejauh c = T-x, maka f_x menjadi f_c. Rumusannya :

$$f_c = \frac{V}{B_c \cdot T}$$

disini letak Bc sejauh c dari bidang datar permukaan tanah (Gambar 29). Berapa nilai c? Telah disepakati bahwa letak pengukuran diameter atau keliling setinggi dada dari permukaan tanah, maka berarti pula letak Bc berada setinggi dada (sd).

Sehingga rumusan faktor bentuk setinggi dada (f_{sd}) sebagai berikut :

$$f_{sd} = \frac{V_a}{B_{sd} \cdot T}$$

dengan,

Va = volume batang pohon aktual (batang pohon diukur secara seksi setelah direbahkan).

B_{sd} . T = volume silinder batang pohon (Vs).

Bsd = luas bidang dasar setinggi dada dari permukaan tanah.

T = tinggi pohon (puncak, bekas cabang atau tinggi hingga diameter tertentu).

Agar rumus f_{sd} tersebut siap pakai (aplikasi), maka rumusan di atas dapat dinotasikan sebagai :

$$f_{sd.D} = \frac{V_a}{\frac{11}{140000} D^2 \,.\, T}$$

(bila diukur diameter)

$$f_{sd.K} = \frac{V_a}{\frac{7}{880000} K^2 \,.\, T}$$

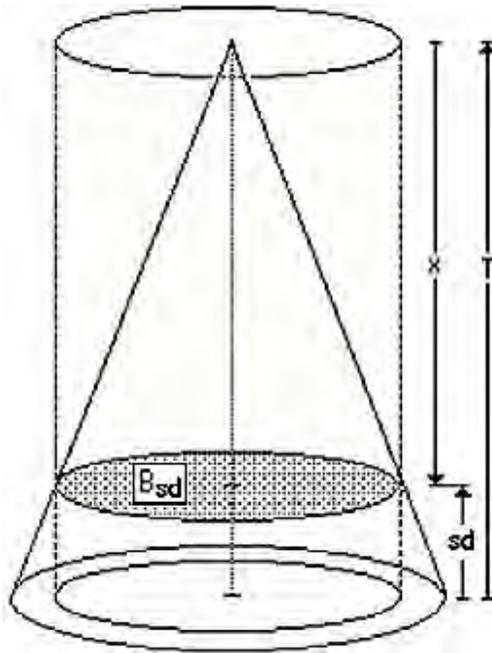
(bila diukur keliling)

Satuan ukuran untuk Va dalam m^3.

D dan K dalam satuan cm.

T dalam satuan meter.

Mengingat kesepakatan di Indoensia bahwa letak pengukuran diameter atau keliling pada setinggi dada adalah 130 cm dari permukaan tanah, maka rumusan f_{sd} di atas menjadi :

$$f_{130} = \frac{V_a}{B_{130} \,.\, T}$$

Gambar 29. Ilustrasi faktor bentuk setinggi dada
Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

(3) Terapan faktor bentuk

Tahapan yang diperlukan untuk menetapkan faktor bentuk meliputi :

a. Penentuan volume silinder (V_s). Volume silinder batang yang didasarkan pada rumusan silinder dengan diameter (D_{sd}) atau keliling setinggi dada (K_{sd}).
b. Penentuan volume aktual (V_a). Volume aktual diperoleh dari penjumlahan volume hasil dari pengukuran batang yang dilakukan secara seksi.
c. Faktor bentuk (f_{sd}) merupakan hasil-bagi dari volume aktual (V_a) terhadap volume silinder batang pohon yang bersangkutan.

Adapun langkah-langkah untuk menentukan faktor bentuk secara umum adalah :

a. Ukur diameter atau keliling setinggi dada (D_{sd}).
b. Tentukan dan hitung volume batang pohon (V_a) seperti pada cara penentuan volume batang secara matematis atau optis.
c. Hitung volume silinder batang (V_s) dengan tinggi pohon dipersamakan ~ Faktor bentuknya ditentukan sebesar V_a/V_s.

Contoh!

Penentuan Faktor bentuk dengan Penandaan.

Contoh ini merupakan kelanjutan dari contoh **Penentuan Volume Berdiri dengan Penandaan**. Dari contoh diperoleh V_a (volume aktual) sebesar 4,94 m^3, panjang batang (panjang seluruh seksi) 23,7 m.

Hasil pengukuran diameter setinggi dada (130 cm) diperoleh 61,3 cm, berarti volume silinder batang (V_s) sebesar

$$Vs = \frac{11}{140000} \times 61,3^2 \times 23,7$$

$$= 6,99 \text{ m}^3$$

$$f_{130} = \frac{4,94}{6,99}$$

$$= 0,7059 \sim 0,71$$

Contoh!

Penentuan Faktor bentuk tanpa Penandaan.

Contoh ini merupakan kelanjutan dari contoh Penentuan volume dengan seksi 1 = tg + tx. Dari contoh diperoleh V_a (volume aktual) sebesar 0,61 m^3, panjang batang (panjang seluruh seksi) 11,86 m. Hasil pengukuran diameter setinggi dada (130 cm) diperoleh 33,6 cm, berarti volume silinder batang (V_s) sebesar :

$$V_s = \frac{11}{140000} \times 33,6^2 \times 11,86$$

$$= 1,05 \text{ m}^3$$

$f_{130} = \frac{0,61}{1,05} = 0,5798 \sim 0,58$

Contoh.

Penentuan Faktor bentuk cara optis

Contoh ini merupakan kelanjutan dari contoh Penentuan volume pohon berdiri secara optis. Dari contoh diperoleh V_a (volume aktual) sebesar 0,39 m^3, tinggi batang (panjang seluruh seksi) 11,3 m. Hasil pengukuran diameter setinggi dada (130 cm) sejauh 10 meter diperoleh nF = 1 dan nQ = 1,3.

Diameter batang sebesar :

$$D_{130} = \frac{(1x4)+1,3}{2} \times 10$$
$$= 26,5 \text{ cm}$$

Volume silinder batang (V_s) sebesar

$$V_s = \frac{11}{140000} \times 26,5^2 \times 11,3$$
$$= 0,62 \text{ m}^3$$

$$f_{130} = \frac{0,39}{0,62} = 0,6255 \sim 0,63$$

(4) Persamaan faktor bentuk

Beberapa persamaan regresi faktor bentuk antara lain :

$f = b_0 + b_1.d + b_2.d^2$

$f = b_0 + b_1.t + b_2 \left(\frac{t}{d}\right)$

$f = b_0 + b_1 \left(\frac{1}{t}\right) + b_2 \left(\frac{1}{d^2}\right) + b_3 \left(\frac{1}{d^2.t}\right)$

$\log f = b_0 + b_1.\log d + b_2.\log t$

(5) Klasifikasi faktor bentuk

Faktor bentuk diklasifikasikan berdasarkan letak ketinggian diameter yang diukur dan tinggi batang yang akan dimanfaatkan.

a. Ketinggian letak diameter

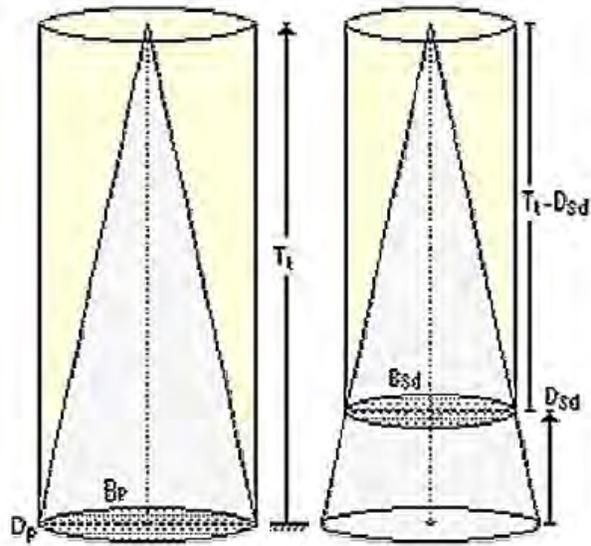
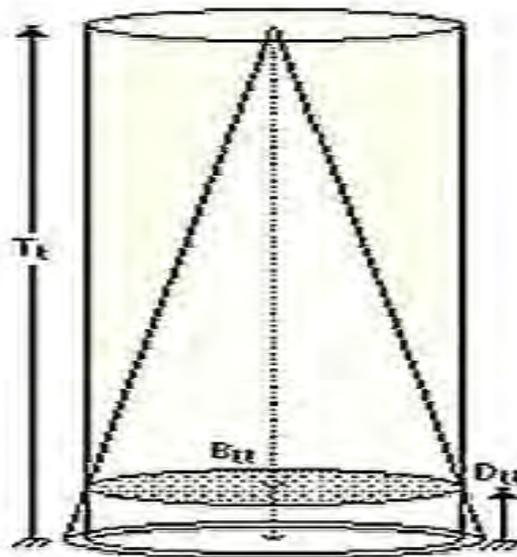
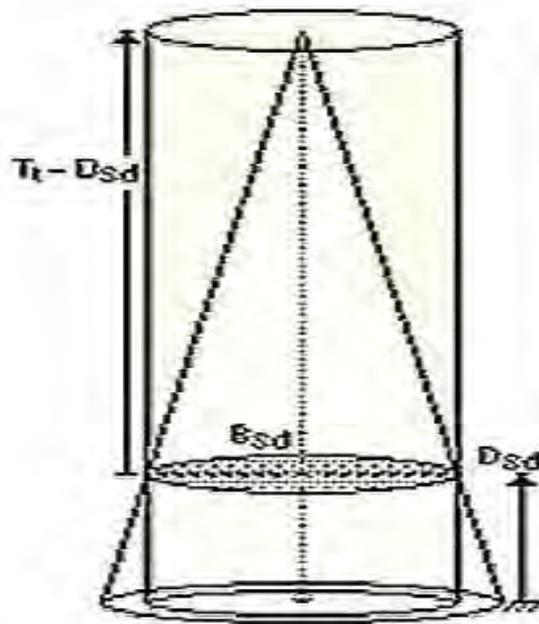
i. Faktor bentuk absolut

- Faktor bentuk didasarkan pada diameter pangkal batang atau setinggi dada (Gambar 30).
- Volume batang dihitung pada bagian atas diameter.

ii. Faktor bentuk normal dan faktor bentuk setinggi dada

- Faktor bentuk normal (Gambar 31).
  T_t biasanya $\frac{1}{10}$ T atau $\frac{1}{20}$ T, dan
  volume dihitung dari pangkal.
- Faktor bentuk setinggi dada (Gambar 32).
  S_d = 130 cm, dan
  volume dihitung dari pangkal.

b. Tinggi batang pohon (yang dimanfaatkan)

- Faktor Bentuk Perdagangan (Merchantable Form Factors); Bila tinggi pohon yang digunakan dalam pendugaan volume sama dengan tinggi atau panjang kayu perdagangan.
- Faktor Bentuk Batang (Stem Form Factors); Bila dalam penentuannya menggunakan panjang seluruhnya dari tinggi total.
- Faktor Bentuk Pohon (Tree Form Factors); Bila tinggi total digunakan dalam pendugaan volume, termasuk pangkal pohon, kayu bulat (batang), pucuk dan cabang.

Gambar 30. Ilustrasi faktor bentuk absolut
Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

Gambar 31. Ilustrasi faktor bentuk normal
Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

Gambar 32. Ilustrasi faktor bentuk setinggi dada
Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

3. Kusen Bentuk

(1) Pengertian kusen bentuk

Kusen bentuk merupakan perbandingan antara dua diameter batang yang diukur pada ketinggian yang berbeda dari bidang datar. Dari batasan ini secara umum rumusan kusen bentuk dinotasikan sebagai :

$$q_f = \frac{diameter\ pada\ ketinggian\ tertentu}{diameter\ setinggi\ dada}$$

Letak diameter yang diukur pada ketinggian tertentu yang biasa digunakan adalah pada pertengahan tinggi batang atau 0,5.T. Sehingga rumusan di atas dapat pula dinotasikan sebagai :

$$q_f = \frac{D_{0,5\,T}}{D_{1,3}}$$

Contoh!

Pohon yang akan diukur setinggi 18 meter dan pengukuran diameter dilakukan setinggi dada adalah 1,30 meter. Maka nilai 0,5T nya adalah $\frac{18}{2}$ = 9 meter.

$$q_f = \frac{D_{9,0}}{D_{sd}}$$

Hasil pengukuran diameter setinggi 9 meter diperoleh 28 cm dan dan setinggi 1,30 meter diperoleh 37 cm, maka nilai kusennya adalah ……………..

$$q_f = \frac{28}{37}$$

$$q_f = 0{,}7567$$

$$q_f \sim 0{,}76$$

(2) Perkembangan kusen bentuk

Dalam perkembangannya beberapa kusen bentuk yang dikenal yaitu kusen bentuk absolut, kusen bentuk asli, kusen bentuk GIRARD dan kelas bentuk.

a. Kusen bentuk absolut

Pengertian kusen bentuk ini dengan batasan bahwa diameter tinggi tertentu dibandingkan dengan diameter setinggi dada. Batasan ini dapat dirumuskan sebagai :

$$q_f = \frac{D_{TT}}{D_{sd}}$$

untuk TT (tinggi tertentu diperoleh dari)

$$\left(\frac{T - T_{sd}}{2} + T_{sd}\right) = \left(\frac{T - T_{sd}}{2}\right)$$

Contoh.

Pohon yang akan diukur setinggi 20 meter dan pengukuran diameter dilakukan setinggi dada adalah 1,30 meter.

Maka nilai TTnya adalah $\left(\frac{20 - 1,30}{2}\right) = 10,65\ meter$.

sehingga, $q_f = \frac{D_{10,65}}{D_{1,30}}$

Selanjutnya, hasil pengukuran setinggi 10,65 meter diperoleh diameter 25 cm dan setinggi 1,30 meter diperoleh diameter 38 cm, maka nilai kusennya adalah …………….

$$q_f = \frac{25}{38}$$

$$q_f = 0,6578$$

$$q_f \sim 0,66$$

b. Kusen bentuk asli

Kusen bentuk asli ini digunakan pada penyusunan tabel tegakan hutan Jati di Indonesia. Caranya dengan membagi batang menjadi 5 bagian sama panjang sehingga diperoleh ketinggian 0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 0,9 terhadap tinggi total. Selanjutnya, **bagaimana cara menghitung diameternya?** Perhitungan diameter dilakukan dengan mengukur diameter termasuk kulit.

c. Kusen bentuk GIRARD

Umumnya digunakan di Amerika Serikat. Namun, di Swedia juga digunakan pada hutan pinus dengan diameter setinggi 2,30 m dibandingkan dengan D_{sd} (1,30 m). Sedangkan di Thailand digunakan pada hutan alam Jati dengan diameter setinggi 5,50 m dibandingkan dengan D_{sd}.

Rumusannya adalah :

$$g_{fg} = \frac{D_{17'3''}\,(tanpa\ kulit)}{D_{sd}\,(dengan\ kulit)}$$

Catatan.

17 ft 3 inc = ± 5,258 m

d. Kelas bentuk

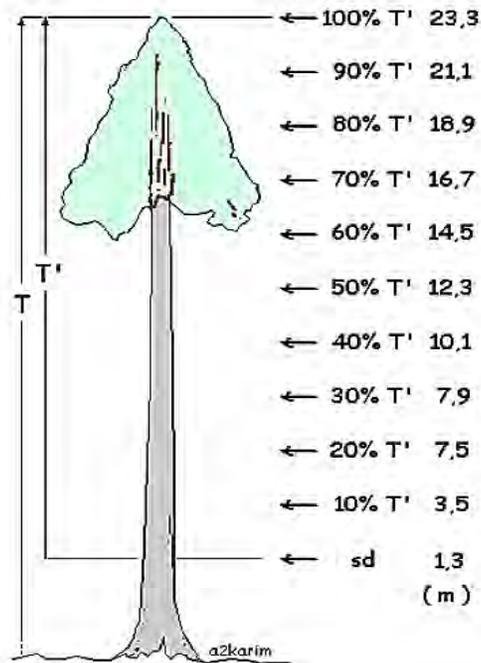
Kelas bentuk ini dikenal juga sebagai Kusen Diameter.

Rumusannya adalah :

$$q_D = \frac{D\%T'}{D_{sd}}$$

dengan,

$T' = T_t - T_{sd}$ (tinggi total – ketinggian setinggi dada)

% = ketinggian letak diameter dari Tsd

Gambar 33. Ilustrasi kusen diameter
Sumber : Asy'ari dkk. (2012)

Untuk pemantapan materi kelas bentuk yang telah dipelajari, mari simak contoh soal di bawah ini!

Hasil pengukuran setinggi T diperoleh 23,30 m, berarti :

T' = (23,30 – 1,30)

= 22 meter.

Untuk 10%T'nya adalah (10% x 22 meter) = 2,2 meter.

Pengukuran awal diameter dilakukan mulai setinggi dada (1,30 meter) maka pengukuran diameter berikutnya setiap kenaikan 2,2 meter yaitu :

a) Ketinggian 1,3 m.
b) Ketinggian 3,5 m.
c) Ketinggian 5,7 m.
d) dan seterusnya hingga ketinggian 23,30 m.

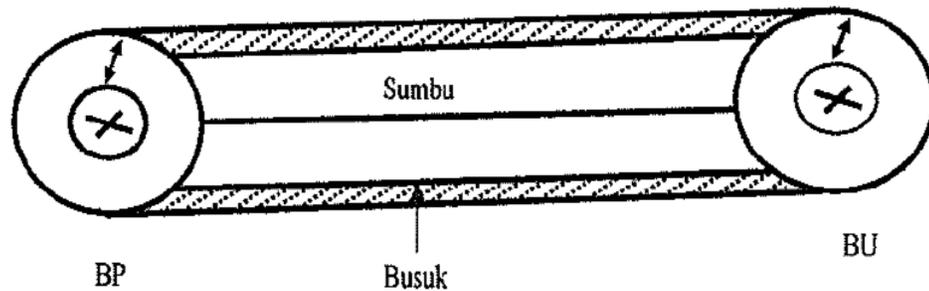
g. Identifikasi Cacad Kayu

Di dalam pengukuran pohon rebah haruslah memperhatikan kondisi kayu. **Mengapa?** Kayu yang akan dipanen dari pohon tidaklah berada dalam kondisi 100% baik, ada saja kondisi kayu yang cacad. Oleh sebab itu, Anda perlu mengetahui tentang kecacadan kayu. Wibowo (2007) mengungkapkan bahwa cacad kayu adalah suatu kelainan yang terjadi atau terdapat pada kayu yang dapat mempengaruhi mutu kayu tersebut.

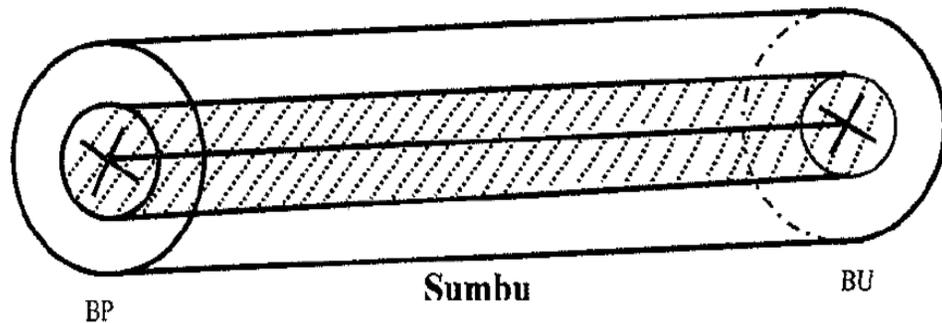
1. Cacad Alami

Cacad alami yang terjadi atau terdapat pada kayu yang disebabkan oleh faktor-faktor alam. Adapun yang termasuk ke dalam cacad alami antara lain gubal busuk, busuk hati, gerowong, hati rapuh, hati bolong, cacad kelurusan, kesilindrisan, lubang gerek, dan mata kayu.

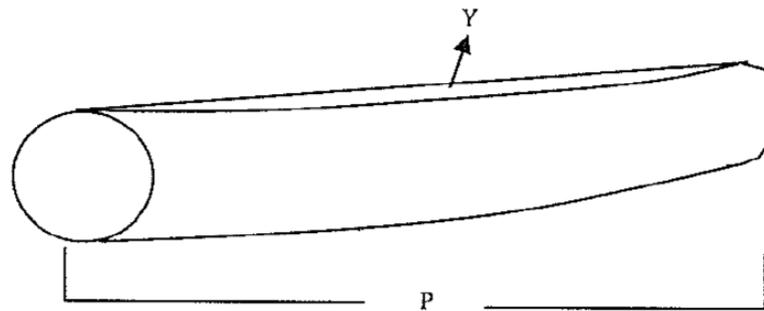
1) Gubal Busuk

Gubal busuk adalah kayu gubal yang sudah mengalami perubahan warna dari warna asalnya, sebagai suatu permulaan dari proses pembusukan yang disebabkan oleh jamur. Perhitungan untuk kayu yang mempunyai cacad gubal busuk didasarkan pada isi kayu bulat (tanpa gubal busuk) dimana diameter kayu bulat setelah dikurangi dengan dua kali tebal gubal atau tebal gubal yang terbesar (Gambar 34). Isi bersih dari kayu bulat tanpa gubal busuk dapat dicari dengan menggunakan tabel isi kayu bulat rimba.

Gambar 34. Bentuk cacad gubal busuk
Sumber : Dirjen Pengusahaan Hutan (1993 dalam Wibowo, 2007)

2) Busuk Hati/Gerowong/Hati Rapuh

Busuk hati adalah hati yang menderita pembusukan. Gerowong adalah lubang besar pada bontos kayu bulat dengan arah sejajar poros, dengan atau tanpa tanda-tanda pembusukan. Hati rapuh adalah hati dengan kayu disekitarnya yang memperlihatkan kerapuhan yang abnormal. Hati bolong adalah hati tanpa isi gabu, kapur sehingga merupakan lubang kosong menembus poros seluruhnya atau sebagian. Cacad kayu berupa busuk hati/gerowong/hati rapuh dihitung berdasarkan pada isi kayu bulat yang sisinya sama, yaitu dengan menggunakan cacad yang terbesar, sedangkan untuk panjang cacad sama dengan panjang dari kayu bulat tersebut. Jadi, volume kayu bersih didapat dari selisih antara volume kayu bulat tanpa cacad dengan volume kayu bulat yang mengandung cacad.

Gambar 35. Bentuk cacad busuk hati/gerowong
Sumber : Dirjen Pengusahaan Hutan (1993 dalam Wibowo, 2007)

3) Cacad Kelurusan

Penilaian cacad kelurusan dinyatakan dalam persen (%), besar kedalaman lengkung dibatasi dalam cm serta dihitung jumlahnya. Cara menghitung % kelurusan disajikan dalam Gambar 36.

$$\% \text{ Kelurusan} = \frac{y}{p} x\ 100\%$$

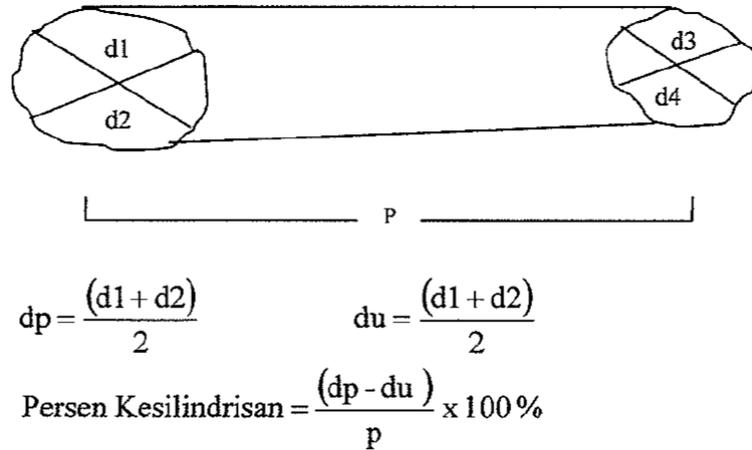
Gambar 36. Cara menilai kelurusan kayu
Sumber : SNI 01-5007.3-2000 (2000 dalam Wibowo, 2007)

dengan,

Y adalah kedalaman lengkung.

P adalah panjang kayu.

4) Cacad Kesilindrisan

Kayu bulat dinyatakan silindris (Si) apabila persen kesilindrisan ≤ 1% hampir silindris (His) 1% - 2%, dan tidak silindris (Tsi) > 2%. Cara menghitung % kesilindrisan disajikan dalam Gambar 37.

Gambar 37. Cara menghitung persen kesilindrisan kayu
Sumber : SNI 01-5007.3-2000 (2000 dalam Wibowo, 2007)

5) Cacad Lubang Gerek

Lubang gerek adalah lubang-lubang pada badan kayu bulat yang disebabkan oleh serangga penggerek atau larvanya. Lubang gerek dibedakan menjadi lubang gerek kecil, sedang dan besar. Lubang gerek kecil (Lgk) berdiameter kurang dari 1,5 mm, lubang gerek sedang (Lgs) berdiameter antara 1,5-3,0 mm dan lubang gerek besar berdiameter lebih dari 3,0 mm. Lubang gerek kecil dan atau lubang gerek sedang dianggap tersebar merata, bilamana untuk setiap luas permukaan 150 m^2 terdapat lebih kecil atau sama dengan 30 buah. Pengukuran dilakukan pada tempat yang mengandung banyak cacad tersebut.

6) Mata Kayu

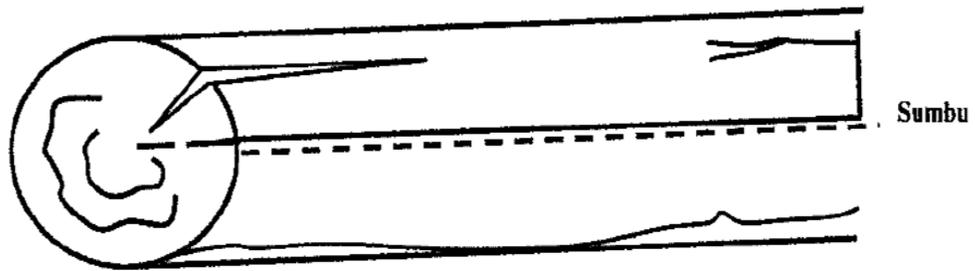
Mata kayu adalah bagian dari lembaga (cabang) atau ranting yang tumbuh dalam kayu dan penampang lintangnya dapat berbentuk

bulat atau lonjong. Mata kayu sehat (Mks) adalah mata kayu yang bebas dari pembusukan, berpenampang keras, tertanam teguh pada kayu dan berwarna sama atau hampir sama dengan kayu disekitarnya. Mata kayu busuk (Mkb) adalah mata kayu yang menunjukkan tanda-tanda pembusukan dan bagian-bagian kayunya lebih lunak atau lapuk dibandingkan dengan kayu di sekitarnya. Pada setiap sortimen kayu bulat yang dihasilkan diadakan pemeriksaan dan pengukuran cacad. Lokasi mata kayu ditentukan dengan mengukur jarak mata kayu dari bontos ujung. Mata kayu sehat maupun mata kayu busuk dihitung jumlah dan jarak terdekat antara dua buah mata kayu untuk setiap sortimennya. Diameter mata kayu adalah rata-rata panjang dan lebar mata kayu terbesar, diukur pada batas gubal.

2. Cacad Teknis

Cacad teknis adalah cacad yang terjadi atau terdapat pada kayu yang disebabkan oleh faktor teknis atau proses pengolahan. Yang termasuk ke dalam cacad teknis antara lain :

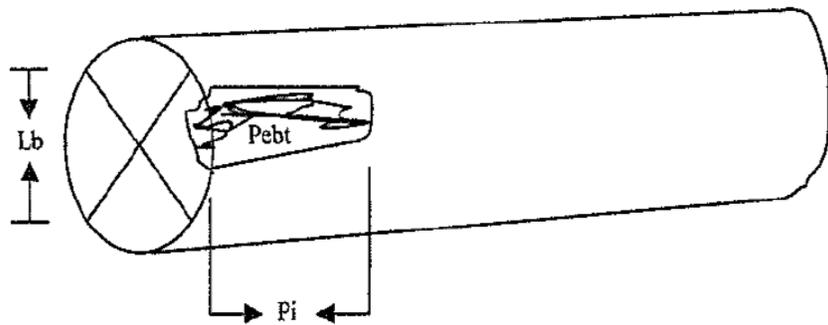
1) Pecah

Pecah merupakan kelanjutan dari retak dengan ukuran yang lebih besar, celah-celah terbuka dengan ukuran maksimum 6 mm, sedangkan belah merupakan kelanjutan dari pecah dan merupakan celah terbuka. Panjang pecah dan atau belah diukur mulai dari ujung sortimen (bontos, dipotong siku) sampai ujung yang kelihatan seolah-olah terputus maka panjang pecah diukur keseluruhannya.

Gambar 38. Bentuk cacad pecah yang kelihatan terputus
Sumber : Dirjen Pengusahaan Hutan (1993 dalam Wibowo, 2007)

2) Pecah Banting (Pebt)

   Pecah banting merupakan pecah atau kerusakan kayu yang disebabkan oleh benturan. Penilaian Pebt dilakukan terhadap lebar dan panjang serta panjang Pebt, yaitu :

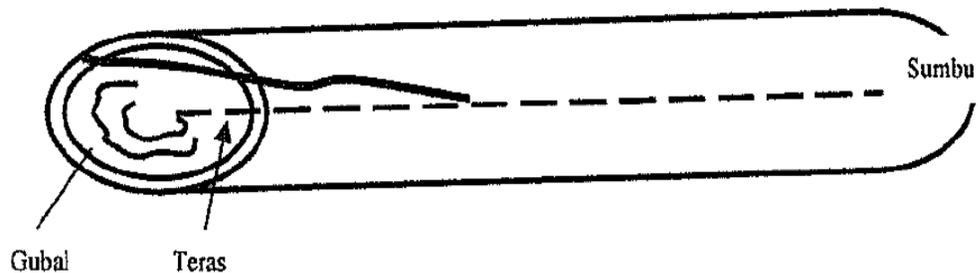
   - Lebar Pebt dibandingkan dengan keliling kayu.
   - Panjang Pebt dibandingkan dengan panjang kayu dalam persen.

   Cara menghitung Pebt disajikan dalam Gambar 39.

Keterangan : - Lb = lebar Pebt
- Pj = panjang Pebt

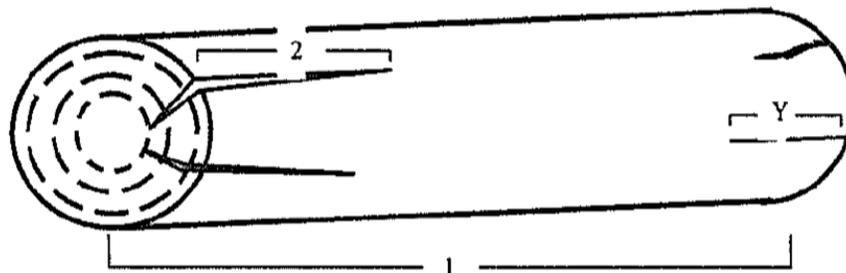
Jadi : - Lebar Pebt = ¼ keliling
- panjang Pebt = pj / p x 100%

Gambar 39. Cara menghitung pecah banting
Sumber : SNI 01-5007.3-2000 (2000 dalam Wibowo, 2007)

3) Pecah Slemper

Apabila pecah merupakan pecah slemper (Gambar 40) yang terdapat pada gubal maka tidak diperhitungkan sebagai pecah/belah. Akan tetapi bila pecah slemper sampai pada kayu teras maka diperhitungkan sebagai pecah/belah. Untuk pecah yang tidak sampai pada permukaan atau badan kayu maka tidak perlu diukur panjangnya.

Gambar 40. Bentuk cacad pecah yang kelihatan terputus
Sumber : Dirjen Pengusahaan Hutan (1993 dalam Wibowo, 2007)

4) Pecah/Belah dikedua Ujung

Untuk menghitung jumlah pecah/belah terpanjang pada kedua ujung, maka langkah pertama dicari pecah atau belah terpanjang dari masing-masing ujung kayu, kemudian masing-masing diukur panjangnya dan dijumlahkan. Pembatasan jumlah panjang pecah 10% panjang kayu. Persentase tersebut diperhitungkan terhadap panjang kayu sebenarnya sebelum diadakan spilasi dan bukan terhadap panjang setelah spilasi diberikan.

Gambar 41. Bentuk cacad pecah yang kelihatan terputus
Sumber : Dirjen Pengusahaan Hutan (1993 dalam Wibowo, 2007)

3. Rumusan Volume Bersih Kayu Pertukangan

1) Gubal busuk

Perhitungan untuk sortimen yang mempunyai cacad gubal busuk menggunakan rumus berdasarkan Dirjen Pengusahaan Hutan (1993 dalam Wibowo, 2007).

$$V_t = \frac{0{,}7854\left(\frac{d_u + d_p}{2}\right)^2}{1000} \text{ x p}$$

$$V_b = \frac{0{,}7854\,(t_c)^2}{1000} \text{ x p}$$

$$V_c = V_t - V_b$$

dengan,

V_t = volume sortimen limbah total (m^3).

V_b = volume bersih sortimen limbah (m^3).

V_c = volume cacad sortimen limbah (m^3).

d_p = diameter pangkal sortimen limbah (cm).

d_u = diameter ujung sortimen limbah (cm).

t_c = tebal cacad gubal busuk terbesar (cm).

p = panjang total sortimen limbah (m).

2) Busuk hati/gerowong/hati lapuk

Perhitungan untuk volume sortimen limbah yang mempunyai cacad busuk (busuk hati, gerowong, hati lapuk) menggunakan rumus berdasarkan Dirjen Pengusahaan Hutan (1993 dalam Wibowo, 2007).

$$V_t = \frac{0{,}7854\left(\frac{d_u + d_p}{2}\right)^2}{1000} \text{ x p}$$

$$V_b = \frac{0{,}7854\ (d_c)^2}{1000}\ \text{x}\ \text{p}$$

$$V_c = V_t - V_b$$

dengan,

V_t = volume sortimen limbah total (m^3).

V_b = volume bersih sortimen limbah (m^3).

V_c = volume cacad sortimen limbah (m^3).

d_p = diameter pangkal sortimen limbah (cm).

d_u = diameter ujung sortimen limbah (cm).

d_c = diameter cacad terpanjang salah satu bontos sortimen limbah (cm).

p = panjang total sortimen limbah (m).

3) Pecah belah

Perhitungan untuk volume sortimen limbah yang mempunyai pecah/belah menggunakan rumus berdasarkan Dirjen Pengusahaan Hutan (1993 dalam Wibowo, 2007).

$$V_t = \frac{0{,}7854\left(\frac{d_u + d_p}{2}\right)^2}{1000}\ \text{x}\ (\text{p} - I_1 - I_2)$$

dengan,

V_{bc}= volume sortimen limbah (m^3).

d_p = diameter pangkal sortimen limbah (cm).

d_u = diameter ujung sortimen limbah (cm).

I_1 = panjang cacad pecah/belah dari bontos pangkal sortimen limbah (cm).

I_2 = panjang cacad pecah/belah dari bontos ujung sortimen limbah (cm).

p = panjang total sortimen limbah (m).

Persyaratan panjang maksimum cacad pecah/belah yang diizinkan (%L ≤ 10%) digunakan rumus :

$$\%L = \frac{(I_1 + I_2)}{p} \ x \ 100\%$$

dengan,

%L = persen panjang maksimum cacad belah/pecah yang diizinkan (%)

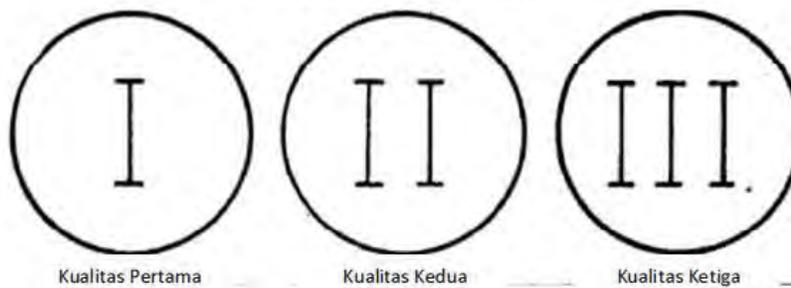
p = panjang total sortimen (m)

I1 = panjang cacad pecah/belah dari bontos pangkal sortimen limbah (m)

I2 = panjang cacad pecah/belah dari bontos ujung sortimen limbah (m)

h. Pengenalan Palu Tok

Sortimen kayu diberikan kode administrasi pada kedua ujung bontos sebagai penataan kayu hasil tebangan. Kode administrasi ini memberikan kerapihan dalam tata usaha kayu sehingga Anda sebagai pengelola hutan dapat dengan mudah mengelola kayu tidak saja di logpond tetapi juga asal kayu yang berada di logpond pun dapat ditelusur sampai ke lapangan. **Bagaimana bentuk dari palu tok yang diberi di kedua bontos sortimen kayu?** Di bawah ini diberikan beberapa gambar palu tok untuk memudahkan pemahaman Anda.

TANDA KUALITAS DAN TAPAK PALU TOK
TANDA-TANDA KUALITAS PADA KAYU BULAT JATI
I. GOLONGAN SORTIMEN KAYU PERTUKANGAN

III. GOLONGAN SORTIMEN KAYU TANPA KUALITA

Gambar 42. Tanda kualitas dan tapak palu tok
Sumber : Departemen Pertanian (1976)

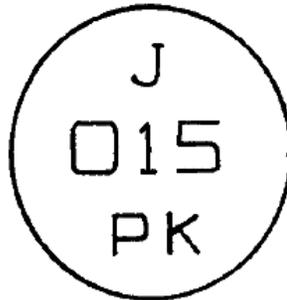
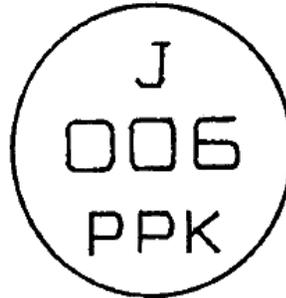
TANDA-TANDA KUALITAS PADA KAYU GERGAJIAN JATI

I dan II GOLONGAN SORTIMEN UMUM DAN KHUSUS

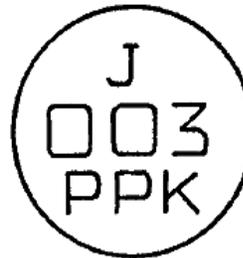
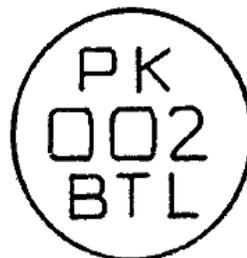
IV. GOLONGAN SORTIMEN KAYU TANPA KUALITA

Gambar 43. Tanda kualitas pada kayu gergajian Jati
Sumber : Departemen Pertanian (1976)

TANDA GAMBAR PALU TOK

1. Palu tok penguji kayu bulat jati

2. Palu tok pengawas penguji kayu bulat jati

3. Palu tok penguji kayu gergajian jati

4. Palu tok pengawas penguji kayu gergajian

5. Palu tok penguji kayu bantalan Kereta Api

Gambar 44. Tanda gambar palu tok
Sumber : Departemen Pertanian (1976)

3. Refleksi

Tuliskan jawaban pada lembar refleksi!

1. Bagaimana kesan Anda selama mengikuti pembelajaran ini!
2. Apakah Anda telah menguasai seluruh materi pelajaran ini!
3. Apa yang akan Anda lakukan setelah menyelesaikan pembelajaran ini!
4. Tuliskan secara ringkas apa yang Anda pelajari pada kegiatan pembelajaran ini!

4. Tugas

Lembar Kerja Siswa I

1. Buatlah kelompok kerja yang berjumlah minimal 3 orang!
2. Amati data-data hasil pengukuran dimensi pohon yang diberikan!
3. Jawablah pertanyaan ataupun lengkapi isian yang ada dalam lembar kerja!
4. Buatlah laporan secara berkelompok!
5. Laporan yang dikumpulkan hanya 1 dari masing-masing kelompok.

Kerjakan perhitungan penentuan volume dengan penandaan!

Di blok tebang nomor 17 HPH Silvy Mentari pada tahun tebang 2013, pohon-pohon yang ditebang termasuk ke dalam jenis-jenis pohon hutan rimba. Hitung volume pohon yang ditebang!

Seksi	P.seksi (m)	Diameter (cm)		Lbds (m^2)	Volume (m^3)	Ket.
		p/u	Rata2			
12	1,7	42,2				d_{11}/d_{12}
11	2	44,3				d_{10}/d_{11}
10	2	47,6				d_9/d_{10}
9	2	50,1				d_8/d_9
8	2	51,4				d_7/d_8
7	2	54,0				d_6/d_7
6	2	55,7				d_5/d_6
5	2	57,3				d_4/d_5
4	2	59,7				d_3/d_4
3	2	62,6				d_2/d_3
2	2	63,5				d_1/d_2
1	2	67,0				d_0/d_1
0		70,3				d_0 = pkl btg
Jumlah	23,7					

1) Hitunglah rata-rata diameter tiap seksi (pangkal dan ujung) dengan rumus!

$$D_i = \frac{1}{2} x (d_i + d_{i-1})$$

Seksi 1 : D $= \frac{1}{2} x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 2 : D $= \frac{1}{2} x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 3 : D $= \frac{1}{2} x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 4 : D $= \frac{1}{2} x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 5 : D $= \frac{1}{2} x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 6 : D $= \frac{1}{2}\ x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 7 : D $= \frac{1}{2}\ x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 8 : D $= \frac{1}{2}\ x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 9 : D $= \frac{1}{2}\ x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 10 : D $= \frac{1}{2}\ x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 11 : D $= \frac{1}{2}\ x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 12 : D $= \frac{1}{2}\ x$ (… … … … … …) m = ………… m

2) Hitunglah Lbds tiap seksi dengan rumus!

$$\text{Lbds} = \frac{11}{140000} . D^2\ (m^2)$$

Seksi 1 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 2 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 3 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 4 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 5 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 6 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 7 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 8 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 9 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 10 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 11 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 12 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

3) Hitunglah volume per seksi :

$$V_{seksi} = Lbds \times P_{seksi}$$

Seksi 1 : V_{seksi} = ……….. m^2 x ……….. m = ……….. m^3

Seksi 2 : V_{seksi} = ……….. m^2 x ……….. m = ……….. m^3

Seksi 3 : V_{seksi} = ……….. m^2 x ……….. m = ……….. m^3

Seksi 4 : V_{seksi} = ……….. m^2 x ……….. m = ……….. m^3

Seksi 5 : V_{seksi} = ……….. m^2 x ……….. m = ……….. m^3

Seksi 6 : V_{seksi} = ……….. m^2 x ……….. m = ……….. m^3

Seksi 7 : V_{seksi} = ……….. m^2 x ……….. m = ……….. m^3

Seksi 8 : V_{seksi} = ……….. m^2 x ……….. m = ……….. m^3

Seksi 9 : V_{seksi} = ……….. m^2 x ……….. m = ……….. m^3

Seksi 10 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 11 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 12 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

4) Volume pohon :

V_{pohon} = V_{ss} (Volume seluruh seksi)

V_{pohon} = $V_1 + V_2 + V_3 +$ ………… + $V_{11} + V_{12}$

V_{pohon} = (………… + ………… + ………… + ………… + …………) m^3

V_{pohon} = ………… m^3

Kerjakan perhitungan penentuan volume dengan penandaan.

Di blok tebang nomor 18 HPH Silvy Mentari pada tahun tebang 2013, pohon-pohon yang ditebang termasuk ke dalam jenis-jenis pohon hutan rimba. Hitung volume pohon yang ditebang!

Seksi	P.seksi (m)	Diameter (cm)		Lbds (m^2)	Volume (m^3)	Ket.
		p/u	Rata2			
12	2	40,2				d_{11}/d_{12}
11	2	42,3				d_{10}/d_{11}
10	2	45,6				d_9/d_{10}
9	2	48,1				d_8/d_9
8	2	49,4				d_7/d_8
7	2	52,0				d_6/d_7
6	2	53,7				d_5/d_6
5	2	55,3				d_4/d_5
4	2	57,7				d_3/d_4
3	2	60,6				d_2/d_3
2	2	61,5				d_1/d_2
1	2	65,0				d_0/d_1
0		68,3				d_0 = pkl btg
Jumlah	24					

5) Hitunglah rata-rata diameter tiap seksi (pangkal dan ujung) dengan rumus.

$$D_i = \frac{1}{2}\, x\, (d_i + d_{i-1})$$

Seksi 1 : D $= \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 2 : D $= \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 3 : D $= \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 4 : D $= \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 5 : D $= \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 6 : D $= \frac{1}{2}\ x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 7 : D $= \frac{1}{2}\ x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 8 : D $= \frac{1}{2}\ x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 9 : D $= \frac{1}{2}\ x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 10 : D $= \frac{1}{2}\ x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 11 : D $= \frac{1}{2}\ x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 12 : D $= \frac{1}{2}\ x$ (… … … … … …) m = ………… m

6) Hitunglah Lbds tiap seksi dengan rumus.

$$\text{Lbds} = \frac{11}{140000} \cdot D^2\ (m^2)$$

Seksi 1 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 2 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 3 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 4 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 5 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 6 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 7 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 8 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 9 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 10 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 11 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 12 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

7) Hitunglah volume per seksi :

$$V_{seksi} = Lbds \times P_{seksi}$$

Seksi 1 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 2 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 3 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 4 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 5 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 6 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 7 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 8 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 9 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 10 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 11 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 12 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

8) Volume pohon :

V_{pohon} = V_{ss} (Volume seluruh seksi)

V_{pohon} = $V_1 + V_2 + V_3 +$ ………… $+ V_{11} + V_{12}$

V_{pohon} = (………… + ………… + ………… + ………… + …………) m^3

V_{pohon} = ………… m^3

Kerjakan perhitungan penentuan volume tanpa penandaan seksi 1 = (t_g + t_x).

Di blok tebang nomor 27 HTI Silva Rembulan pada tahun tebang 2013, pohon-pohon yang ditebang termasuk ke dalam jenis-jenis pohon hutan tanaman. Hitung volume pohon yang ditebang!

Seksi	P.seksi (m)	Diameter (cm)		Lbds (m^2)	Volume (m^3)	Ket.
		p/u	Rata2			
12	0,86	21,4				d_{11}/d_{12}
11	1	21,5				d_{10}/d_{11}
10	1	22,0				d_9/d_{10}
9	1	22,6				d_8/d_9
8	1	23,4				d_7/d_8
7	1	24,2				d_6/d_7
6	1	24,6				d_5/d_6
5	1	25,6				d_4/d_5
4	1	26,0				d_3/d_4
3	1	28,8				d_2/d_3
2	1	31,1				d_1/d_2
1	1	34,3				d_0/d_1
0		37,6				d_0 = pkl btg
Jumlah	**11,86**	-	-	-		

1) Hitunglah rata-rata diameter tiap seksi (pangkal dan ujung) dengan rumus.

$$D_i = \frac{1}{2}\, x\, (d_i + d_{i-1})$$

Seksi 1 : D $= \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 2 : D $= \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 3 : D $= \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 4 : D $= \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 5 : D $= \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 6 : $D = \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 7 : $D = \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 8 : $D = \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 9 : $D = \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 10 : $D = \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 11 : $D = \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 12 : $D = \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

2) Hitunglah Lbds tiap seksi dengan rumus.

$$Lbds = \frac{11}{140000} . D^2 \ (m^2)$$

Seksi 1 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 2 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 3 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 4 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 5 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 6 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 7 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 8 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 9 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 10 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 11 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 12 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

3) Hitunglah volume per seksi :

$$V_{seksi} = Lbds \times P_{seksi}$$

Seksi 1 : V_{seksi} = ……….. m^2 x ……….. m = ……….. m^3

Seksi 2 : V_{seksi} = ……….. m^2 x ……….. m = ……….. m^3

Seksi 3 : V_{seksi} = ……….. m^2 x ……….. m = ……….. m^3

Seksi 4 : V_{seksi} = ……….. m^2 x ……….. m = ……….. m^3

Seksi 5 : V_{seksi} = ……….. m^2 x ……….. m = ……….. m^3

Seksi 6 : V_{seksi} = ……….. m^2 x ……….. m = ……….. m^3

Seksi 7 : V_{seksi} = ……….. m^2 x ……….. m = ……….. m^3

Seksi 8 : V_{seksi} = ……….. m^2 x ……….. m = ……….. m^3

Seksi 9 : V_{seksi} = ……….. m^2 x ……….. m = ……….. m^3

Seksi 10 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 11 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 12 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

4) Volume pohon :

V_{pohon} = V_{ss} (Volume seluruh seksi)

V_{pohon} = $V_1 + V_2 + V_3 +$ ………… $+ V_{11} + V_{12}$

V_{pohon} = (………… + ………… + ………… + ………… + …………) m^3

V_{pohon} = ………… m^3

Kerjakan perhitungan penentuan volume tanpa penandaan seksi 1 = (t_g + t_x).

Di blok tebang nomor 28 HTI Silva Rembulan pada tahun tebang 2013, pohon-pohon yang ditebang termasuk ke dalam jenis-jenis pohon hutan tanaman. Hitung volume pohon-pohon yang ditebang!

Seksi	P.seksi (m)	Diameter (cm)		Lbds (m^2)	Volume (m^3)	Ket.
		p/u	Rata2			
12	1	24,4				d_{11}/d_{12}
11	1	24,5				d_{10}/d_{11}
10	1	25,0				d_9/d_{10}
9	1	25,6				d_8/d_9
8	1	26,4				d_7/d_8
7	1	27,2				d_6/d_7
6	1	27,6				d_5/d_6
5	1	28,6				d_4/d_5
4	1	29,0				d_3/d_4
3	1	31,8				d_2/d_3
2	1	34,1				d_1/d_2
1	1	37,3				d_0/d_1
0		40,6				d_0 = pkl btg
Jumlah	**12**	-	-	-		

1) Hitunglah rata-rata diameter tiap seksi (pangkal dan ujung) dengan rumus.

$$D_i = \frac{1}{2}\, x\, (d_i + d_{i-1})$$

Seksi 1 : D $= \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 2 : D $= \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 3 : D $= \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 4 : D $= \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 5 : D $= \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 6 : D $= \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 7 : D $= \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 8 : D $= \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 9 : D $= \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 10 : D $= \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 11 : D $= \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 12 : D $= \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

2) Hitunglah Lbds tiap seksi dengan rumus.

$$\text{Lbds} = \frac{11}{140000} \cdot D^2 \ (m^2)$$

Seksi 1 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 2 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 3 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 4 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 5 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 6 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 7 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (...........)^2 m^2 = ... m^2

Seksi 8 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (...........)^2 m^2 = ... m^2

Seksi 9 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (...........)^2 m^2 = ... m^2

Seksi 10 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (...........)^2 m^2 = ... m^2

Seksi 11 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (...........)^2 m^2 = ... m^2

Seksi 12 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (...........)^2 m^2 = ... m^2

3) Hitunglah volume per seksi :

$$V_{seksi} = Lbds \times P_{seksi}$$

Seksi 1 : V_{seksi} = ... m^2 x .... m = ... m^3

Seksi 2 : V_{seksi} = ... m^2 x .... m = ... m^3

Seksi 3 : V_{seksi} = ... m^2 x .... m = ... m^3

Seksi 4 : V_{seksi} = ... m^2 x .... m = ... m^3

Seksi 5 : V_{seksi} = ... m^2 x .... m = ... m^3

Seksi 6 : V_{seksi} = ... m^2 x .... m = ... m^3

Seksi 7 : V_{seksi} = ... m^2 x .... m = ... m^3

Seksi 8 : V_{seksi} = ... m^2 x .... m = ... m^3

Seksi 9 : V_{seksi} = ... m^2 x .... m = ... m^3

Seksi 10 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 11 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 12 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

4) Volume pohon :

V_{pohon} = V_{ss} (Volume seluruh seksi)

V_{pohon} = $V_1 + V_2 + V_3 +$ ………… $+ V_{11} + V_{12}$

V_{pohon} = (………… + ………… + ………… + ………… + …………) m^3

V_{pohon} = ………… m^3

Kerjakan perhitungan penentuan volume tanpa penandaan seksi 1 = (t_g + t_r).

Di blok tebang nomor 29 HTI Silva Rembulan pada tahun tebang 2013, pohon-pohon yang ditebang termasuk ke dalam jenis-jenis pohon hutan tanaman. Hitung volume pohon-pohon yang ditebang!

Seksi	P.seksi (m)	Diameter (cm)		Lbds (m^2)	Volume (m^3)	Ket.
		p/u	Rata2			
12	1,4	17,4				d_{11}/d_{12}
11	1	17,8				d_{10}/d_{11}
10	1	18,4				d_9/d_{10}
9	1	18,9				d_8/d_9
8	1	19,6				d_7/d_8
7	1	20,2				d_6/d_7
6	1	20,8				d_5/d_6
5	1	21,7				d_4/d_5
4	1	22,3				d_3/d_4
3	1	25,5				d_2/d_3
2	1	27,6				d_1/d_2
1	0,46	30,7				d_0/d_1
0		33,6				d_0 = pkl btg
Jumlah	**11,86**	-	-	-		

1) Hitunglah rata-rata diameter tiap seksi (pangkal dan ujung) dengan rumus.

$$D_i = \frac{1}{2} x \ (d_i + d_{i-1})$$

Seksi 1 : D $= \frac{1}{2} x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 2 : D $= \frac{1}{2} x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 3 : D $= \frac{1}{2} x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 4 : D $= \frac{1}{2} x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 5 : D $= \frac{1}{2} x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 6 : D $= \frac{1}{2} x$ (…………………) m = ………… m

Seksi 7 : D $= \frac{1}{2} x$ (…………………) m = ………… m

Seksi 8 : D $= \frac{1}{2} x$ (…………………) m = ………… m

Seksi 9 : D $= \frac{1}{2} x$ (…………………) m = ………… m

Seksi 10 : D $= \frac{1}{2} x$ (…………………) m = ………… m

Seksi 11 : D $= \frac{1}{2} x$ (…………………) m = ………… m

Seksi 12 : D $= \frac{1}{2} x$ (…………………) m = ………… m

2) Hitunglah Lbds tiap seksi dengan rumus.

$$\text{Lbds} = \frac{11}{140000} \cdot D^2 \; (m^2)$$

Seksi 1 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 2 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 3 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 4 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 5 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 6 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 7 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 8 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 9 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 10 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 11 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 12 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

3) Hitunglah volume per seksi :

$$V_{seksi} = Lbds \times P_{seksi}$$

Seksi 1 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 2 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 3 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 4 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 5 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 6 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 7 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 8 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 9 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 10 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 11 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 12 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

4) Volume pohon :

V_{pohon} = V_{ss} (Volume seluruh seksi)

V_{pohon} = $V_1 + V_2 + V_3 +$ ………… $+ V_{11} + V_{12}$

V_{pohon} = (………… + ………… + ………… + ………… + …………) m^3

V_{pohon} = ………… m^3

Kerjakan perhitungan penentuan volume tanpa penandaan seksi 1 = (t_g + t_r).

Di blok tebang nomor 30 HTI Silva Rembulan pada tahun tebang 2013, pohon-pohon yang ditebang termasuk ke dalam jenis-jenis pohon hutan tanaman. Hitung volume pohon-pohon yang ditebang!

Seksi	P.seksi (m)	Diameter (cm)		Lbds (m^2)	Volume (m^3)	Ket.
		p/u	Rata2			
12	1	16,4				d_{11}/d_{12}
11	1	16,8				d_{10}/d_{11}
10	1	17,4				d_9/d_{10}
9	1	17,9				d_8/d_9
8	1	18,6				d_7/d_8
7	1	19,2				d_6/d_7
6	1	19,8				d_5/d_6
5	1	20,7				d_4/d_5
4	1	21,3				d_3/d_4
3	1	24,5				d_2/d_3
2	1	26,6				d_1/d_2
1	0,46	29,7				d_0/d_1
0		32,6				d_0 = pkl btg
Jumlah	**12**	-	-	-		

5) Hitunglah rata-rata diameter tiap seksi (pangkal dan ujung) dengan rumus!

$$D_i = \frac{1}{2} x (d_i + d_{i-1})$$

Seksi 1 : D $= \frac{1}{2} x$ (... ... ...) m = ... m

Seksi 2 : D $= \frac{1}{2} x$ (... ... ...) m = ... m

Seksi 3 : D $= \frac{1}{2} x$ (... ... ...) m = ... m

Seksi 4 : D $= \frac{1}{2} x$ (... ... ...) m = ... m

Seksi 5 : D $= \frac{1}{2} x$ (... ... ...) m = ... m

Seksi 6 : D $= \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 7 : D $= \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 8 : D $= \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 9 : D $= \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 10 : D $= \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 11 : D $= \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 12 : D $= \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

6) Hitunglah Lbds tiap seksi dengan rumus.

$$\text{Lbds} = \frac{11}{140000} \,.\, D^2 \; (m^2)$$

Seksi 1 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 2 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 3 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 4 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 5 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 6 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 7 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 8 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 9 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 10 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 11 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 12 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

7) Hitunglah volume per seksi :

$$V_{seksi} = Lbds \times P_{seksi}$$

Seksi 1 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 2 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 3 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 4 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 5 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 6 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 7 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 8 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 9 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 10 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 11 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 12 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

8) Volume pohon :

V_{pohon} = V_{ss} (Volume seluruh seksi)

V_{pohon} = $V_1 + V_2 + V_3 +$ ………… $+ V_{11} + V_{12}$

V_{pohon} = (………… + ………… + ………… + ………… + …………) m^3

V_{pohon} = ………… m^3

Lembar Kerja Siswa II

1. Buatlah kelompok kerja yang berjumlah minimal 3 orang!
2. Bagilah tugas kepada anggota kelompok untuk berperan sebagai :
   a. Pencatat data hasil pengukuran dimensi pohon!
   b. Pengukur diameter/keliling batang pohon!
   c. Pengukur panjang batang pohon!
3. Ukurlah dimensi pohon sesuai dengan Tally Sheet yag telah disediakan!
4. Isilah data hasil pengukuran dimensi pohon pada Tally Sheet yang telah disediakan!
5. Olah data hasil pengukuran dimensi pohon tersebut!
6. Buatlah laporan secara berkelompok!
7. Laporan yang dikumpulkan hanya 1 dari masing-masing kelompok.

Ukurlah dimensi pohon rebah dan kerjakan perhitungan penentuan volume dengan penandaan.

Di blok tebang nomor 37 HPH Silvy Mentari pada tahun tebang 2013, pohon-pohon yang ditebang termasuk ke dalam jenis-jenis pohon hutan rimba. Hitung volume pohon yang ditebang!

Seksi	P.seksi (m)	Diameter (cm)		Lbds (m^2)	Volume (m^3)	Ket.
		p/u	Rata2			
12						d_{11}/d_{12}
11						d_{10}/d_{11}
10						d_9/d_{10}
9						d_8/d_9
8						d_7/d_8
7						d_6/d_7
6						d_5/d_6
5						d_4/d_5
4						d_3/d_4
3						d_2/d_3
2						d_1/d_2
1						d_0/d_1
0						d_0 = pkl btg
Jumlah						

1) Hitunglah rata-rata diameter tiap seksi (pangkal dan ujung) dengan rumus.

$$D_i = \frac{1}{2}\ x\ (d_i +\ d_{i-1})$$

Seksi 1 : D $= \frac{1}{2}\ x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 2 : D $= \frac{1}{2}\ x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 3 : D $= \frac{1}{2}\ x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 4 : D $= \frac{1}{2}\ x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 5 : D $= \frac{1}{2}\ x$ (…………………) m = ………… m

Seksi 6 : D $= \frac{1}{2}\ x$ (…………………) m = ………… m

Seksi 7 : D $= \frac{1}{2}\ x$ (…………………) m = ………… m

Seksi 8 : D $= \frac{1}{2}\ x$ (…………………) m = ………… m

Seksi 9 : D $= \frac{1}{2}\ x$ (…………………) m = ………… m

Seksi 10 : D $= \frac{1}{2}\ x$ (…………………) m = ………… m

Seksi 11 : D $= \frac{1}{2}\ x$ (…………………) m = ………… m

Seksi 12 : D $= \frac{1}{2}\ x$ (…………………) m = ………… m

2) Hitunglah Lbds tiap seksi dengan rumus.

$$\text{Lbds} = \frac{11}{140000}\ .\ D^2\ (m^2)$$

Seksi 1 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 2 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 3 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 4 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 5 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 6 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 7 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 8 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 9 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 10 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 11 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 12 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

3) Hitunglah volume per seksi :

$$V_{seksi} = Lbds \times P_{seksi}$$

Seksi 1 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 2 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 3 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 4 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 5 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 6 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 7 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 8 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 9 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 10 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 11 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 12 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

4) Volume pohon :

V_{pohon} = V_{ss} (Volume seluruh seksi)

V_{pohon} = $V_1 + V_2 + V_3 +$ ………… + $V_{11} + V_{12}$

V_{pohon} = (………… + ………… + ………… + ………… + …………) m^3

V_{pohon} = ………… m^3

Kerjakan perhitungan penentuan volume tanpa penandaan seksi 1 = (t_g + t_x).

Di blok tebang nomor 47 HTI Silva Rembulan pada tahun tebang 2013, pohon-pohon yang ditebang termasuk ke dalam jenis-jenis pohon hutan tanaman. Hitung volume pohon yang ditebang!

Seksi	P.seksi (m)	Diameter (cm)		Lbds (m2)	Volume (m3)	Ket.
		p/u	Rata2			
12						d_{11}/d_{12}
11						d_{10}/d_{11}
10						d_9/d_{10}
9						d_8/d_9
8						d_7/d_8
7						d_6/d_7
6						d_5/d_6
5						d_4/d_5
4						d_3/d_4
3						d_2/d_3
2						d_1/d_2
1						d_0/d_1
0						d_0 = pkl btg
Jumlah		-	-	-		

1) Hitunglah rata-rata diameter tiap seksi (pangkal dan ujung) dengan rumus.

$$D_i = \frac{1}{2} x (d_i + d_{i-1})$$

Seksi 1 : D $= \frac{1}{2} x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 2 : D $= \frac{1}{2} x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 3 : D $= \frac{1}{2} x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 4 : D $= \frac{1}{2} x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 5 : D $= \frac{1}{2} x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 6 : D $= \frac{1}{2}\, x\, (\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots)$ m = ………… m

Seksi 7 : D $= \frac{1}{2}\, x\, (\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots)$ m = ………… m

Seksi 8 : D $= \frac{1}{2}\, x\, (\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots)$ m = ………… m

Seksi 9 : D $= \frac{1}{2}\, x\, (\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots)$ m = ………… m

Seksi 10 : D $= \frac{1}{2}\, x\, (\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots)$ m = ………… m

Seksi 11 : D $= \frac{1}{2}\, x\, (\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots)$ m = ………… m

Seksi 12 : D $= \frac{1}{2}\, x\, (\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots)$ m = ………… m

2) Hitunglah Lbds tiap seksi dengan rumus.

$$\text{Lbds} = \frac{11}{140000} \cdot D^2\ (m^2)$$

Seksi 1 : Lbds = $\frac{11}{140000} \cdot (\ldots\ldots\ldots)^2\ m^2$ = …………… m^2

Seksi 2 : Lbds = $\frac{11}{140000} \cdot (\ldots\ldots\ldots)^2\ m^2$ = …………… m^2

Seksi 3 : Lbds = $\frac{11}{140000} \cdot (\ldots\ldots\ldots)^2\ m^2$ = …………… m^2

Seksi 4 : Lbds = $\frac{11}{140000} \cdot (\ldots\ldots\ldots)^2\ m^2$ = …………… m^2

Seksi 5 : Lbds = $\frac{11}{140000} \cdot (\ldots\ldots\ldots)^2\ m^2$ = …………… m^2

Seksi 6 : Lbds = $\frac{11}{140000} \cdot (\ldots\ldots\ldots)^2\ m^2$ = …………… m^2

Seksi 7 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 8 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 9 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 10 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 11 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 12 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

3) Hitunglah volume per seksi :

$$V_{seksi} = Lbds \times P_{seksi}$$

Seksi 1 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 2 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 3 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 4 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 5 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 6 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 7 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 8 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 9 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 10 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 11 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 12 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

4) Volume pohon :

V_{pohon} = V_{ss} (Volume seluruh seksi)

V_{pohon} = $V_1 + V_2 + V_3 +$ ………… $+ V_{11} + V_{12}$

V_{pohon} = (………… + ………… + ………… + ………… + …………) m^3

V_{pohon} = ………… m^3

Kerjakan perhitungan penentuan volume tanpa penandaan seksi 1 = (t_g + t_r).

Di blok tebang nomor 48 HTI Silva Rembulan pada tahun tebang 2013, pohon-pohon yang ditebang termasuk ke dalam jenis-jenis pohon hutan tanaman. Hitung volume pohon yang ditebang!

Seksi	P.seksi (m)	Diameter (cm)		Lbds (m2)	Volume (m3)	Ket.
		p/u	Rata2			
12						d_{11}/d_{12}
11						d_{10}/d_{11}
10						d_9/d_{10}
9						d_8/d_9
8						d_7/d_8
7						d_6/d_7
6						d_5/d_6
5						d_4/d_5
4						d_3/d_4
3						d_2/d_3
2						d_1/d_2
1						d_0/d_1
0						d_0 = pkl btg
Jumlah		-	-	-		

Catatan:

Tebal trimming = 10 cm.

1) Hitunglah rata-rata diameter tiap seksi (pangkal dan ujung) dengan rumus.

$$D_i = \frac{1}{2}\, x\, (d_i + d_{i-1})$$

Seksi 1 : D $= \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 2 : D $= \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 3 : D $= \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 4 : D $= \frac{1}{2}\, x$ (… … … … … …) m = ………… m

Seksi 5 : D $= \frac{1}{2} x$ (…………………) m = ………… m

Seksi 6 : D $= \frac{1}{2} x$ (…………………) m = ………… m

Seksi 7 : D $= \frac{1}{2} x$ (…………………) m = ………… m

Seksi 8 : D $= \frac{1}{2} x$ (…………………) m = ………… m

Seksi 9 : D $= \frac{1}{2} x$ (…………………) m = ………… m

Seksi 10 : D $= \frac{1}{2} x$ (…………………) m = ………… m

Seksi 11 : D $= \frac{1}{2} x$ (…………………) m = ………… m

Seksi 12 : D $= \frac{1}{2} x$ (…………………) m = ………… m

2) Hitunglah Lbds tiap seksi dengan rumus.

$$\text{Lbds} = \frac{11}{140000} . D^2 \ (m^2)$$

Seksi 1 : Lbds $= \frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 2 : Lbds $= \frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 3 : Lbds $= \frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 4 : Lbds $= \frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 5 : Lbds $= \frac{11}{140000}$. (…………)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 6 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 7 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 8 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 9 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 10 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 11 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

Seksi 12 : Lbds = $\frac{11}{140000}$. (………..)^2 m^2 = …………… m^2

3) Hitunglah volume per seksi :

$$V_{seksi} = Lbds \times P_{seksi}$$

Seksi 1 : V_{seksi} = ……….. m^2 x ……….. m = ……….. m^3

Seksi 2 : V_{seksi} = ……….. m^2 x ……….. m = ……….. m^3

Seksi 3 : V_{seksi} = ……….. m^2 x ……….. m = ……….. m^3

Seksi 4 : V_{seksi} = ……….. m^2 x ……….. m = ……….. m^3

Seksi 5 : V_{seksi} = ……….. m^2 x ……….. m = ……….. m^3

Seksi 6 : V_{seksi} = ……….. m^2 x ……….. m = ……….. m^3

Seksi 7 : V_{seksi} = ……….. m^2 x ……….. m = ……….. m^3

Seksi 8 : V_{seksi} = ……….. m^2 x ……….. m = ……….. m^3

Seksi 9 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 10 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 11 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

Seksi 12 : V_{seksi} = ………… m^2 x ………… m = ………… m^3

4) Volume pohon :

V_{pohon} = V_{ss} (Volume seluruh seksi)

V_{pohon} = $V_1 + V_2 + V_3 +$ ………… $+ V_{11} + V_{12}$

V_{pohon} = (………… + ………… + ………… + ………… + …………) m^3

V_{pohon} = ………… m^3

5. Tes Formatif

Test formatif ini merupakan bahan pengecekan bagi siswa dan guru untuk mengetahui sejauh mana hasil belajar yang telah di capai. Oleh karena itu siswa harus mengerjakan test ini dengan benar sesuai dengan kemampuan sendiri.

1. Selang waktu sejak tumbuhan itu dinyatakan sebagai anakan, baik dari pembiakan generatif maupun vegetatif sampai dengan umur tertentu dimana tumbuhan tersebut mati secara alami merupakan pengertian dari ....
   a. umur
   b. riap
   c. pertumbuhan
   d. persemaian

2. Di bawah ini yang merupakan cara penentuan lingkaran tahun adalah ....
   a. membor akar
   b. membor batang
   c. memotong lateral batang
   d. memotong akar

3. Satuan ukur untuk pengukuran Lbds pohon adalah ....
   a. m
   b. m^3
   c. m^2
   d. $m^{2/3}$

4. Nilai yang tepat untuk menyatakan besarnya π adalah …………

a. $\frac{7}{22}$

b. $\frac{27}{7}$

c. $\frac{12}{7}$

d. $\frac{22}{7}$

5. Di bawah ini rumusan yang tepat untuk mencari nilai diameter adalah …………

a. $D = \frac{K}{\pi}$

b. $D = \frac{\pi}{K}$

c. $D = \frac{4K}{\pi}$

d. $D = \frac{K}{4\pi}$

6. Pernyataan yang benar di bawah ini adalah …………

a. $\frac{1}{4} \text{ x } \pi \text{ x } 2D^2 = \pi \text{ x } r^2$

b. $\frac{1}{4} \text{ x } \pi \text{ x } D^2 = \pi \text{ x } 2r^2$

c. $\frac{1}{4} \text{ x } \pi \text{ x } D^2 = \frac{\pi}{2} \text{ x } r^2$

d. $\pi \text{ x } D^2 = \pi \text{ x } 2r^2$

7. Hasil pengukuran dimensi pohon menghasilkan data seperti berikut, D_{bh} = 58,1 cm. Berapa nilai Lbds pohon tersebut?

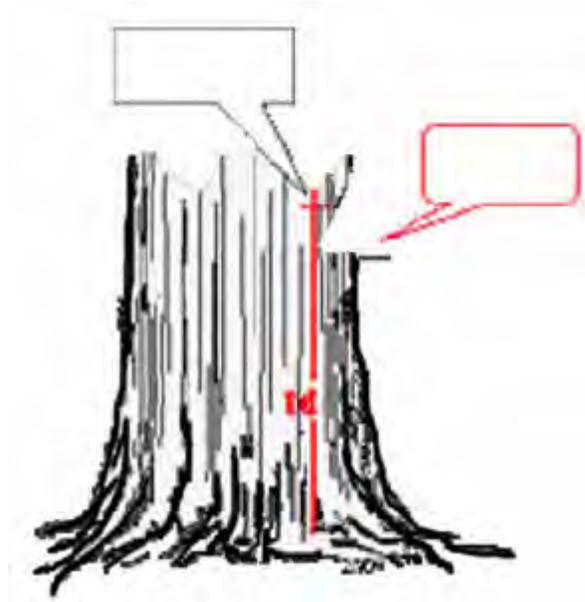
a. 0,3183 m^2

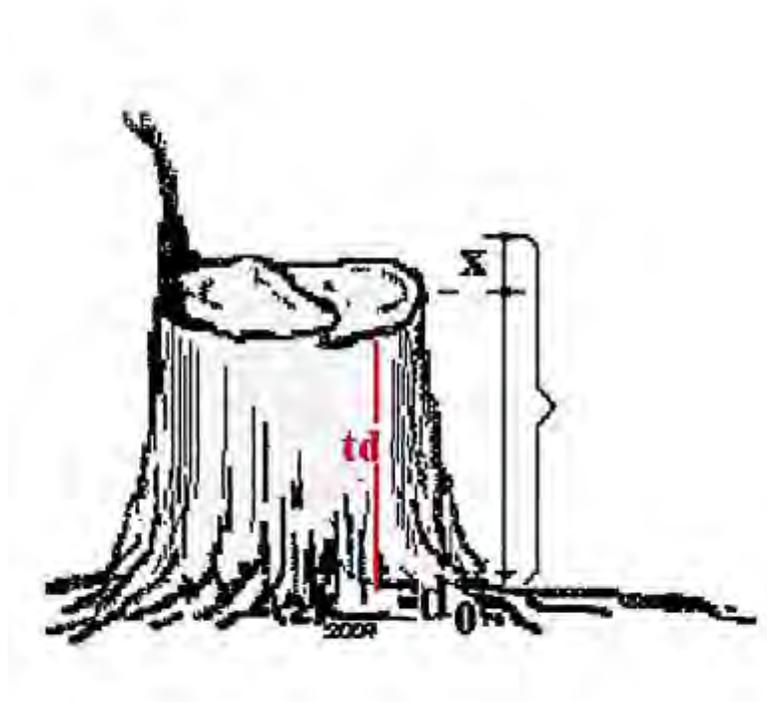
b. 0,2852 m^2

c. 0,2648 m^2

d. 0,2477 m^2

8. Bila diketahui Lbds sebuah pohon hasil pengukuran di lapangan adalah sebesar 0,1788 m^2, berapa nilai D pohon tersebut?
    a. 51,5 cm
    b. 49,9 cm
    c. 48,7 cm
    d. 47,7 cm

9. Perhatikan gambar berikut!

Pengukuran volume pohon tersebut harus mengikuti kaidah yang benar, yaitu …
    a. pemberian tanda sebelum ditebang
    b. pemberian tanda setelah ditebang
    c. pemberian tanda setinggi 2,50 meter dat
    d. pemberian tanda setinggi 3,00 meter dat

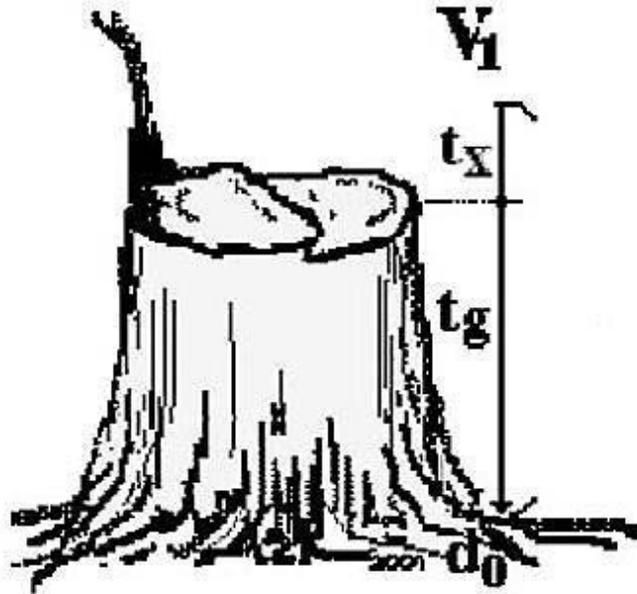
10. Perhatikan gambar berikut!

Pengukuran volume pohon tersebut merupakan seksi ke …………

a. dua (2)

b. satu (1)

c. empat (4)

d. tiga (3)

11. Perhatikan gambar berikut!

Panjang batang pada pengukuran volume pohon tersebut adalah …………

a. t_g

b. t_x

c. $t_g + t_x$

d. $t_g - t_x$

12. Perhatikan tabel berikut!

Seksi	P.seksi (m)	Diameter (cm)		Lbds (m^2)	Volume (m^3)	Ket.
		p/u	Rata2			
12	1,7	37,2	38,3	0,1150	0,20	d_{11}/d_{12}
11	2	39,3	41,0	0,1318	0,26	d_{10}/d_{11}
10	2	42,6	43,9	0,1511	0,30	d_9/d_{10}
9	2	45,1	45,8	0,1645	0,33	d_8/d_9
8	2	46,4	47,7	0,1788	0,36	d_7/d_8
7	2	49,0	49,9	0,1953	0,39	d_6/d_7
6	2	50,7	51,5	0,2084	…………	d_5/d_6
5	2	52,3	53,5	0,2249	0,45	d_4/d_5
4	2	54,7	56,2	0,2477	0,50	d_3/d_4
3	2	57,6	58,1	0,2648	0,53	d_2/d_3
2	2	58,5	60,3	0,2852	0,57	d_1/d_2
1	2	62,0	63,7	0,3183	0,64	d_0/d_1
0		65,3				d0 = pkl btg
Jumlah	23,7				4,94	

Nilai yang tepat untuk mengisi pada kolom volume seksi 6 adalah …………

a. 0,39

b. 0,40

c. 0,41

d. 0,42

13. Perhatikan tabel berikut!

Seksi	P.seksi (m)	Diameter (cm)		Lbds (m^2)	Volume (m^3)	Ket.
		p/u	Rata2			
12	0,86	20,4	20,5	0,0329	0,03	d_{11}/d_{12}
11	1	20,5	20,8	0,0338	0,03	d_{10}/d_{11}
10	1	21,0	21,3	0,0356	0,04	d_9/d_{10}
9	1	21,6	22,0	0,0380	0,04	d_8/d_9
8	1	22,4	22,8	0,0408	0,04	d_7/d_8
7	1	23,2	23,4	0,0430	0,04	d_6/d_7
6	1	23,6	24,1	0,0456	0,05	d_5/d_6
5	1	24,6	24,8	0,0483	0,05	d_4/d_5
4	1	25,0	....	0,0548	0,05	d_3/d_4
3	1	27,8	29,0	0,0659	0,07	d_2/d_3
2	1	30,1	31,7	0,0790	0,08	d_1/d_2
1	1	33,3	35,0	0,0960	0,10	d_0/d_1
0		36,6				d_0 = pkl btg
Jumlah	**11,86**	-	-	-	**0,61**	

Nilai yang tepat untuk mengisi pada kolom volume rata-rata diameter seksi 4 adalah ....

a. 26,4

b. 28,4

c. 27,8

d. 26,0

14. Perhatikan tabel berikut!

Seksi	P.seksi (m)	Diameter (cm)		Lbds (m^2)	Volume (m^3)	Ket.
		p/u	Rata2			
12	1,7	37,2	38,3	0,1150	0,20	d_{11}/d_{12}
11	2	39,3	41,0	0,1318	…………	d_{10}/d_{11}
10	2	42,6	43,9	0,1511	0,30	d_9/d_{10}
9	2	45,1	45,8	0,1645	0,33	d_8/d_9
8	2	46,4	47,7	0,1788	0,36	d_7/d_8
7	2	49,0	49,9	0,1953	0,39	d_6/d_7
6	2	50,7	51,5	0,2084	…………	d_5/d_6
5	2	52,3	53,5	0,2249	0,45	d_4/d_5
4	2	54,7	56,2	0,2477	0,50	d_3/d_4
3	2	57,6	58,1	0,2648	0,53	d_2/d_3
2	2	58,5	60,3	0,2852	0,57	d_1/d_2
1	2	62,0	63,7	0,3183	0,64	d_0/d_1
0		65,3				d0 = pkl btg
Jumlah	23,7				4,94	

Nilai yang tepat untuk mengisi pada kolom volume seksi 11 adalah …………

a. 0,23

b. 0,26

c. 0,29

d. 0,20

15. Perhatikan tabel berikut!

Seksi	P.seksi (m)	Diameter (cm)		Lbds (m2)	Volume (m3)	Ket.
		p/u	Rata2			
12	0,86	20,4	20,5	0,0329	0,03	d_{11}/d_{12}
11	1	20,5	20,8	0,0338	0,03	d_{10}/d_{11}
10	1	21,0	....	0,0356	0,04	d_9/d_{10}
9	1	21,6	22,0	0,0380	0,04	d_8/d_9
8	1	22,4	22,8	0,0408	0,04	d_7/d_8
7	1	23,2	23,4	0,0430	0,04	d_6/d_7
6	1	23,6	24,1	0,0456	0,05	d_5/d_6
5	1	24,6	24,8	0,0483	0,05	d_4/d_5
4	1	25,0	....	0,0548	0,05	d_3/d_4
3	1	27,8	29,0	0,0659	0,07	d_2/d_3
2	1	30,1	31,7	0,0790	0,08	d_1/d_2
1	1	33,3	35,0	0,0960	0,10	d_0/d_1
0		36,6				d_0 = pkl btg
Jumlah	**11,86**	-	-	-	**0,61**	

Nilai yang tepat untuk mengisi pada kolom volume rata-rata diameter seksi 10 adalah ....

a. 20,5

b. 20,9

c. 21,3

d. 21,7

16. Perhatikan tabel berikut!

Seksi	P.seksi (m)	Diameter (cm)		Lbds (m^2)	Volume (m^3)	Ket.
		p/u	Rata2			
12	0,86	20,4	20,5	0,0329	0,03	d_{11}/d_{12}
11	1	20,5	20,8	0,0338	0,03	d_{10}/d_{11}
10	1	21,0	....	0,0356	0,04	d_9/d_{10}
9	1	21,6	22,0	0,0380	0,04	d_8/d_9
8	1	22,4	22,8	....	0,04	d_7/d_8
7	1	23,2	23,4	0,0430	0,04	d_6/d_7
6	1	23,6	24,1	0,0456	0,05	d_5/d_6
5	1	24,6	24,8	0,0483	0,05	d_4/d_5
4	1	25,0	....	0,0548	0,05	d_3/d_4
3	1	27,8	29,0	0,0659	0,07	d_2/d_3
2	1	30,1	31,7	0,0790	0,08	d_1/d_2
1	1	33,3	35,0	0,0960	0,10	d_0/d_1
0		36,6				d_0 = pkl btg
Jumlah	**11,86**	-	-	-	**0,61**	

Nilai yang tepat untuk mengisi pada kolom Lbds seksi 8 adalah ....

a. 0,0385

b. 0,0390

c. 0,0404

d. 0,0408

Setelah Anda mengerjakan test di atas, cocokkan jawaban Anda dengan kunci jawaban yang terdapat di bagian akhir test formatif ini. Hitung jawaban Anda yang benar, kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan hasil belajar terhadap materi kegiatan pembelajaran.

$$\text{Tingkat Penguasaan} = \frac{\Sigma \text{ Jawaban yang benar}}{16} \times 100\%$$

Keterangan : Jawaban benar dengan skor 1 dan jawaban salah skor 0

Nilai yang diperoleh Siswa kemudian dikategorikan sesuai dengan tabel status penguasaan hasil belajar di bawah ini :

Tabel 23. Status penguasaan hasil belajar

Penguasaan Hasil Belajar	Tingkat Penguasaan	Kriteria	Tindak Lanjut
Belum Menguasai	< 70 %	kurang	Mengulangi lagi kegiatan pembelajaran Secara keseluruhan
Sudah Menguasai	70 % – 79 %	cukup	Penguatan dan Pengayaan dengan bimbingan guru terhadap materi yang belum tuntas
	80 % – 90 %	baik	Penguatan dan Pengayaan melalui belajar mandiri terhadap materi yang belum tuntas
	> 90 %	baik Sekali	Dapat langsung melaksanakan evaluasi untuk mengukur ketuntasan belajar

C. Penilaian

Penilaian sebagai sebuah evaluasi keberhasilan proses pembelajaran dilakukan terhadap tiga aspek, yaitu sikap, pengetahuan, dan keterampilan.

1. Penilaian Sikap

Tabel 24. Penilaian aspek sikap

<table>
<tr><th rowspan="2">Indikator</th><th colspan="3">Penilaian</th></tr>
<tr><th>Teknik</th><th>Bentuk Instrumen</th><th>Butir Soal/Instrumen</th></tr>
<tr><td>Sikap
2.1
• Menampilkan perilaku rasa ingin tahu dalam melakukan observasi
• Menampilkan perilaku obyektif dalam kegiatan observasi
• Menampilkan perilaku jujur dalam melaksanakan kegiatan observasi</td><td>Non Tes</td><td>Lembar Observasi Penilaian Sikap</td><td>1. Rubrik Penilaian Sikap
<table>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek</th><th colspan="4">Penilaian</th></tr>
<tr><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Mengamati</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Menanya</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Menalar</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td>Mengolah data</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>Menyimpulkan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>6</td><td>Menyajikan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
Kriteria Terlampir</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th rowspan="2">Indikator</th><th colspan="3">Penilaian</th></tr>
<tr><th>Teknik</th><th>Bentuk Instrumen</th><th>Butir Soal/Instrumen</th></tr>
<tr><td>2.2
• Konsolidasikan hasil observasi kelompok
• Menampilkan hasil kerja kelompok
• Melaporkan hasil diskusi kelompok</td><td>Non Tes</td><td>Lembar Observasi Penilaian Sikap</td><td>2. Rubrik Penilaian Diskusi
<table>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek</th><th colspan="4">Penilaian</th></tr>
<tr><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Terlibat penuh</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Bertanya</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Menjawab</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td>Memberikan gagasan orisinil</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>Kerja sama</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>6</td><td>Tertib</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>2.3
• Menyumbang pendapat tentang pengukuran dan perhitungan pohon rebah</td><td>Non Tes</td><td>Lembar Observasi Penilaian Sikap</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek</th><th colspan="4">Penilaian</th></tr>
<tr><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Kejelasan Presentasi</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Pengetahuan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Penampilan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
3 Rubrik Penilaian Presentasi</td></tr>
</table>

2. Penilaian Pengetahuan

Tabel 25. Penilaian aspek pengetahuan

Indikator	Penilaian		
	Teknik	Bentuk Instrumen	Butir Soal/Instrumen
Pengetahuan 1. Memahami macam-macam alat ukur dimensi pohon 2. Memahami diameter pohon 3. Memahami panjang pohon	Tes	Uraian	1. Jelaskan macam-macam alat ukur dimensi pohon! 2. Jelaskan teknik mengukur diameter pohon! 3. Jelaskan teknik mengukur panjang pohon!

3. Penilaian Keterampilan

Tabel 26. Penilaian aspek keterampilan.

<table>
<tr><th rowspan="2">Indikator</th><th colspan="3">Penilaian</th></tr>
<tr><th>Teknik</th><th>Bentuk Instrumen</th><th>Butir Soal/Instrumen</th></tr>
<tr>
<td>Keterampilan

1. Menerapkan alat ukur dimensi pohon pada pengukuran diameter dan panjang pohon

2. Melakukan pengukuran diameter pohon rebah

3. Melakukan pengukuran panjang pohon rebah</td>
<td>Non Tes (Tes Unjuk Kerja)</td>
<td></td>
<td>4.Rubrik Sikap Ilmiah
<table>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek</th><th colspan="4">Penilaian</th></tr>
<tr><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Mengamati</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Menanya</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Menalar</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td>Mengolah data</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>Menyimpulkan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>6</td><td>Menyajikan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
5.Rubrik Penilaian Penggunaan alat dan bahan
<table>
<tr><th rowspan="2">Aspek</th><th colspan="4">Penilaiaan</th></tr>
<tr><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th></tr>
<tr><td>Cara merangkai alat</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Cara menuliskan data hasil pengamatan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Kebersihan dan penataan alat</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
</td>
</tr>
</table>

Lampiran Rubrik dan Kriteria Penilaian :

A. Rubrik Sikap Ilmiah

No.	Aspek	Skor			
		4	3	2	1
1.	Mengamati				
2.	Menanya				
3.	Menalar				
4.	Mengolah Data				
5.	Menyimpulkan				
6.	Menyajikan				

Kriteria :

1. Aspek mengamati :

   Skor 4 : Terlibat dalam pengamatan dan aktif dalam memberikan pendapat.

   Skor 3 : Terlibat dalam pengamatan.

   Skor 2 : Berusaha terlibat dalam pengamatan.

   Skor 1 : Diam tidak aktif.

2. Aspek menanya **:**

Skor 4 : Jika pertanyaan yang diajukan **sesuai** dengan permasalahan yang sedang dibahas.

Skor 3 : Jika pertanyaan yang diajukan **cukup** sesuai dengan permasalahan yang sedang dibahas.

Skor 2 : Jika pertanyaan yang diajukan **kurang sesuai** dengan permasalahan yang sedang dibahas.

Skor 1 : Tidak menanya.

3. Aspek menalar

Skor 4 : Jika nalarnya benar.

Skor 3 : Jika nalarnya hanya sebagian yang benar.

Skor 2 : Mencoba bernalar walau masih salah.

Skor 1 : Diam tidak bernalar.

4. Aspek mengolah data :

Skor 4 : Jika Hasil Pengolahan data benar semua.

Skor 3 : Jika hasil pengolahan data sebagian besar benar.

Skor 2 : Jika hasil pengolahan data sebagian kecil benar.

Skor 1 : Jika hasil pengolahan data salah semua.

5. Aspek menyimpulkan **:**

Skor 4 : Jika kesimpulan yang dibuat seluruhnya benar.

Skor 3 : Jika kesimpulan yang dibuat sebagian besar benar.

Skor 2 : Kesimpulan yang dibuat sebagian kecil benar.

Skor 1 : Jika kesimpulan yang dibuat seluruhnya salah.

6. Aspek menyajikan

Skor 4 : Jika laporan disajikan secara baik dan dapat menjawab semua petanyaan dengan benar.

Skor 3 : Jika laporan disajikan secara baik dan hanya dapat menjawab sebagian pertanyaan.

Skor 2 : Jika laporan disajikan secara cukup baik dan hanya sebagian kecil pertanyaan yang dapat dijawab.

Skor 1 : Jika laporan disajikan secara kurang baik dan tidak dapat menjawab pertanyaan

B. Rubrik Penilaian Diskusi

No.	Aspek	Skor			
		4	3	2	1
1.	Terlibat penuh				
2.	Bertanya				
3.	Menjawab				
4.	Memberi gagasan orisinil				
5.	Kerjasama				
6.	Tertib				

Kriteria :

1. Aspek Terlibat penuh :

Skor 4 : Dalam diskusi kelompok terlihat aktif, tanggung jawab, mempunyai pemikiran/ide, berani berpendapat.

Skor 3 : Dalam diskusi kelompok terlihat aktif, dan berani berpendapat.

Skor 2 : Dalam diskusi kelompok kadang-kadang berpendapat.

Skor 1 : Diam sama sekali tidak terlibat.

2. Aspek bertanya :

Skor 4 :	Memberikan pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang jelas
Skor 3 :	Memberikan pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang kurang jelas
Skor 2 :	Kadang-kadang memberikan pertanyaan
Skor 1 :	Diam sama sekali tidak bertanya

3. Aspek Menjawab :

Skor 4 :	Memberikan jawaban dari pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang jelas.
Skor 3 :	Memberikan jawaban dari pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang kurang jelas.
Skor 2 :	Kadang-kadang memberikan jawaban dari pertanyaan kelompoknya.
Skor 1 :	Diam tidak pernah menjawab pertanyaan.

4. Aspek Memberikan gagasan orisinil :

Skor 4 : Memberikan gagasan/ide yang orisinil berdasarkan pemikiran sendiri.

Skor 3 : Memberikan gagasan/ide yang didapat dari buku bacaan.

Skor 2 : Kadang-kadang memberikan gagasan/ide.

Skor 1 : Diam tidak pernah memberikan gagasan.

5. Aspek Kerjasama :

Skor 4 : Dalam diskusi kelompok terlibat aktif, tanggung jawab dalam tugas, dan membuat teman-temannya nyaman dengan keberadaannya.

Skor 3 : Dalam diskusi kelompok terlibat aktif tapi kadang-kadang membuat teman-temannya kurang nyaman dengan keberadaannya.

Skor 2 : Dalam diskusi kelompok kurang terlibat aktif.

Skor 1 : Diam tidak aktif.

6. Aspek Tertib :

Skor 4 :	Dalam diskusi kelompok aktif, santun, sabar mendengarkan pendapat teman-temannya.
Skor 3 :	Dalam diskusi kelompok tampak aktif, tapi kurang santun.
Skor 2 :	Dalam diskusi kelompok suka menyela pendapat orang lain.
Skor 1 :	Selama terjadi diskusi sibuk sendiri dengan cara berjalan kesana kemari.

C. Rublik Penilaian Penggunaan Alat/Bahan

No.	Aspek	Skor			
		4	3	2	1
1.	Cara merangkai alat				
2.	Cara menuliskan data hasil pengamatan				
3.	Kebersihan dan penataan alat				

Kritera :

1. Cara merangkai alat :

   Skor 4 : Jika seluruh peralatan dirangkai sesuai dengan prosedur.

   Skor 3 : Jika sebagian besar peralatan dirangkai sesuai dengan prosedur.

   Skor 2 : Jika sebagian kecil peralatan dirangkai sesuai dengan prosedur.

   Skor 1 : Jika peralatan tidak dirangkai sesuai dengan prosedur.

2. Cara menuliskan data hasil pengamatan :

   Skor 4 : Jika seluruh data hasil pengamatan dapat dituliskan dengan benar.

   Skor 3 : Jika sebagian besar data hasil pengamatan dapat dituliskan dengan benar.

   Skor 2 : Jika sebagian kecil data hasil pengamatan dapat dituliskan dengan benar.

   Skor 1 : Jika tidak ada data hasil pengamatan yang dapat dituliskan dengan benar.

3. Kebersihan dan penataan alat :

Skor 4 : Jika seluruh alat dibersihkan dan ditata kembali dengan benar.

Skor 3 : Jika sebagian besar alat dibersihkan dan ditata kembali dengan benar.

Skor 2 : Jika sebagian kecil alat dibersihkan dan ditata kembali dengan benar.

Skor 1 : Jika tidak ada hasil alat dibersihkan dan ditata kembali dengan benar.

D. Rublik Presentasi

No.	Aspek	Skor			
		4	3	2	1
1.	Kejelasan presentasi				
2.	Pengetahuan				
3.	Penampilan				

Kriteria :

1. Kejelasan presentasi

Skor 4 : Sistematika penjelasan logis dengan bahasa dan suara yang sangat jelas.

Skor 3 : Sistematika penjelasan logis dan bahasa sangat jelas tetapi suara kurang jelas.

Skor 2 : Sistematika penjelasan tidak logis meskipun menggunakan bahasa dan suara cukup jelas.

Skor 1 : Sistematika penjelasan tidak logis meskipun menggunakan bahasa dan suara cukup jelas.

2. Pengetahuan

Skor 4 :	Menguasai materi presentasi dan dapat menjawab pertanyaan dengan baik dan kesimpulan mendukung topik yang dibahas.
Skor 3 :	Menguasai materi presentasi dan dapat menjawab pertanyaan dengan baik dan kesimpulan mendukung topik yang dibahas.
Skor 2 :	Penguasaan materi kurang meskipun bisa menjawab seluruh pertanyaan dan kesimpulan tidak berhubungan dengan topik yang dibahas.
Skor 1 :	Materi kurang dikuasai serta tidak bisa menjawab seluruh pertanyaan dan kesimpulan tidak mendukung topik.

3. Penampilan

Skor 4 :	Penampilan menarik, sopan dan rapi, dengan penuh percaya diri serta menggunakan alat bantu.
Skor 3 :	Penampilan cukup menarik, sopan, rapih dan percaya diri menggunakan alat bantu.
Skor 2 :	Penampilan kurang menarik, sopan, rapi tetapi kurang percaya diri serta menggunakan alat bantu.
Skor 1 :	Penampilan kurang menarik, sopan, rapi tetapi tidak percaya diri dan tidak menggunakan alat bantu.

E. Penilaian Laporan Observasi

No.	Aspek	Skor			
		4	3	2	1
1.	Sistematika Laporan				
2.	Data Pengamatan				
3.	Analisis dan Kesimpulan				
4.	Kerapihan Laporan				

Kriteria :

1. Sistematika Laporan

Skor 4 : Sistematika laporan mengandung tujuan, masalah, hipotesis, prosedur, hasil pengamatan dan kesimpulan.

Skor 3 : Sistematika laporan mengandung masalah, hipotesis, prosedur, hasil pengamatan dan kesimpulan.

Skor 2 : Sistematika laporan mengandung tujuan, masalah, prosedur, hasil pengamatan dan kesimpulan.

Skor 1 : Sistematika laporan hanya mengandung tujuan, hasil pengamatan dan kesimpulan.

2. Data Pengamatan

Skor 4 : Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk tabel, grafik dan gambar yang disertai dengan bagian-bagian dari gambar yang lengkap.

Skor 3 : Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk tabel, gambar yang disertai dengan beberapa bagian-bagian dari gambar.

Skor 2 : Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk tabel, gambar yang disertai dengan bagian yang tidak lengkap.

Skor 1 : Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk gambar yang tidak disertai dengan bagian-bagian dari gambar.

3. Analisis dan kesimpulan

Skor 4 : Analisis dan kesimpulan tepat dan relevan dengan data-data hasil pengamatan.

Skor 3 : Analisis dan kesimpulan dikembangkan berdasarkan data-data hasil pengamatan.

Skor 2 : Analisis dan kesimpulan dikembangkan berdasarkan data-data hasil pengamatan tetapi tidak relevan.

Skor 1 : Analisis dan kesimpulan tidak dikembangkan berdasarkan data-data hasil pengamatan.

4. Kerapihan Laporan

Skor 4 :	Laporan ditulis sangat rapih, mudah dibaca dan disertai dengan data kelompok.
Skor 3 :	Laporan ditulis rapih, mudah dibaca dan tidak disertai dengan data kelompok.
Skor 2 :	Laporan ditulis rapih, susah dibaca dan tidak disertai dengan data kelompok.
Skor 1 :	Laporan ditulis tidak rapih, sukar dibaca dan disertai dengan data kelompok.

III. PENUTUP

Buku teks siswa ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi pembelajar maupun pembaca lainnya untuk melakukan penelusuran berbagai sumber belajar, yang terkait dengan ilmu ukur kayu, baik dalam bentuk buku-buku bidang kehutanan lainnya, dokumen atau laporan hasil penelitian bidang kehutanan, internet ataupun sumber-sumber lain. Dengan mengacu pada buku teks siswa ini maka proses pembelajaran diharapkan dapat berjalan secara efisien dan efektif melalui peran aktif dari semua pihak terkait, khususnya para pembelajar.

DAFTAR PUSTAKA

Asy'ari, M., dan Karim, A.A. (2012) :*Pengukuran Kayu,* Fakultas Kehutanan, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.

BUSTOMI, S. 1995. Penggunaan Centroid Volume dalam Menduga Volume Kayu Bulat Pinus, *Pinus merkusii* Jungh. Et de Vries. Thesis pada Program Pascasarjana IPB. Bogor. (*unpublished*).

CHAPMAN, H.H. and W.H. MEYER. 1949. Forest Mensuration. McGraw-Hill Book Company Inc. New York.

Departemen Pertanian. 1976. Vademecum Kehutanan. Direktorat Jenderal Kehutanan. Jakarta.

ELVIADI, I. 1994. Perbandingan Ketepatan Hasil Pendugaan Volume Sortimen Kelompok Ramin, *Gonistylus* spp., Berdasarkan Rumus Empiris Volume Sortimennya. Studi Kasus di Areal HPH PT Inhutani III Sampit Kalimantan Tengah. Skripsi pada Fakultas Kehutanan IPB. Bogor. (*unpublished*).

KRISNAWATI, H. 1994. Perbandingan Ketepatan Hasil Pendugaan Volume Sortimen Kelompok Keruing, *Dipterocarpus* spp., Berdasarkan Rumus Empiris Volume Sortimennya. Studi kasus di HPH PT Inhutani III Sampit Kalimantan Tengah. Skripsi pada Fakultas Kehutanan IPB. Bogor. (*unpublished*).

LAAR, A. van and AKÇA, A. 1997. Forest Mensuration. Cuvillier Verlag. Göttingen.

LATIFAH, S. 1994. Perbandingan Ketepatan Hasil Pendugaan Volume Sortimen Kelompok Meranti Merah, *Shorea* spp., Berdasarkan Rumus Empiris Volume Sortimennya. Studi Kasus di Areal HPH PT Inhutani III Sampit Kalimantan Tengah. Skripsi pada Fakultas Kehutanan IPB. Bogor. (*unpublished*).

LOETCSH, F., F. ZOHRER and K.E. HALLER. 1973. Forest Inventory. Volume II. Translated into English by K.F. Panzer. BLV Verlagsgesellschaft mbH. Munchen.

MUHDIN. 1997. Analyzing Some Formulae of Log Volume Estimation on Log of Meranti. Post Graduate Thesis. Faculty of Forestry and Ecological Sciences. Georg-August-University Gottingen. Germany. (*unpublished*)

Lorimer, C.G. (1982) : Silviculture, 209-234 *dalam* Young, R.A., Ed., *Introduction To Forest Science*, John Wiley dan Sons Inc., Kanada.

PATTERSON, D.W., H.V. WIANT, Jr., and G.B. WOOD. 1993. Log Volume Estimations. The Centroid Method and StAndard Formulas. J. of Forestry. 91(8): 39-41.

PHILIP, M.S. 1994. Measuring Trees and Forests. Second Edition. CAB International.

SUHENDANG, E. 1997. Estimating Standing Tree Volume of Some Commercial Trees of the Tropical Rain Forest in Indonesia. In : Modern Methods of Estimating Tree and Log Volume (Edited by Wood and Wiant). West Virginia University Publications Services. Morgantown. USA.

WIANT, Jr. 1988. Where is the Optimum Height for Measuring Tree Diameter ?. North J. Appl. For. 5 : 184-185.

WIANT, Jr., H.V., G.B. WOOD and G.M. FURNIVAL. 1992. Estimating Log Volume Using the Centroid Position. For. Sci., 38(10): 187-191.

Wibowo, A., 2007. Jenis dan Volume Cacat Kayu pada Kegiatan Penebangan dan Pembagian Batang di Pengusahaan Hutan Tanaman Industri Kayu Mangium (*Acacia mangium,* Willd). Studi Kasus di BKPH Parungpanjang KPH Bogor Perum Perhutani Unit III Jawa Barat dan Banten. Skripsi pada Fakultas Kehutanan IPB. Bogor. (*unpublished*).

WOOD, G.B. and H.V. WIANT, Jr. 1990. Estimating the Volume of Australian Hardwoods Using Centroid Sampling. Aust. For. 53 : 271-274.

WOOD, G.B., H.V. WIANT, Jr., R.J. LOY and J.A. MILES. 1990. Centroid Sampling : A Variant of Importance Sampling for Estimation the Volume of Sample Trees of Radiata Pine. For. Ecol. Manage., 36 : 233-243. Elsevier Sci. Pub. BV. Amsterdam.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Konversi sudut φ dari satuan derajat ke satuan persen

Konversi sudut φ		Konversi sudut φ		Konversi sudut φ	
α	p	α	p	α	p
0	**0**	**30**	**66.67**	**60**	**133.33**
1	2.22	31	68.89	61	135.56
2	4.44	32	71.11	62	137.78
3	6.67	33	73.33	**63**	**140.00**
4	8.89	34	75.56	64	142.22
5	11.11	35	77.78	65	144.44
6	13.33	**36**	**80.00**	66	146.67
7	15.56	37	82.22	67	148.89
8	17.78	38	84.44	68	151.11
9	**20.00**	39	86.67	69	153.33
10	22.22	40	88.89	70	155.56
11	24.44	41	91.11	71	157.78
12	26.67	42	93.33	**72**	**160.00**
13	28.89	43	95.56	73	162.22
14	31.11	44	97.78	74	164.44
15	33.33	**45**	**100**	75	166.67
16	35.56	46	102.22	76	168.89
17	37.78	47	104.44	77	171.11
18	**40.00**	48	106.67	78	173.33
19	42.22	49	108.89	79	175.56
20	44.44	50	111.11	80	177.78
21	46.67	51	113.33	81	180.00
22	48.89	52	115.56	82	182.22
23	51.11	53	117.78	83	184.44
24	53.33	**54**	**120.00**	84	186.67
25	55.56	55	122.22	85	188.89
26	57.78	56	124.44	86	191.11
27	**60.00**	57	126.67	87	193.33
28	62.22	58	128.89	88	195.56
29	64.44	59	131.11	89	197.78
				90	**200.00**

A2K2004

Lampiran 2. Konversi sudut φ dari satuan persen ke satuan derajat

Konversi sudut p	
p	**a**
0	**0.00**
1	0.45
2	0.90
3	1.35
4	1.80
5	2.25
6	2.70
7	3.15
8	3.60
9	4.05
10	4.50
11	4.95
12	5.40
13	5.85
14	6.30
15	6.75
16	7.20
17	7.65
18	8.10
19	8.55
20	**9.00**
21	9.45
22	9.90
23	10.35
24	10.80
25	11.25
26	11.70
27	12.15
28	12.60
29	13.05
30	13.50
31	13.95
32	14.40
33	14.85
34	15.30
35	15.75
36	16.20
37	16.65
38	17.10
39	17.55

A2K2004

Konversi sudut p	
p	**a**
40	**18.00**
41	18.45
42	18.90
43	19.35
44	19.80
45	20.25
46	20.70
47	21.15
48	21.60
49	22.05
50	22.50
51	22.95
52	23.40
53	23.85
54	24.30
55	24.75
56	25.20
57	25.65
58	26.10
59	26.55
60	**27.00**
61	27.45
62	27.90
63	28.35
64	28.80
65	29.25
66	29.70
67	30.15
68	30.60
69	31.05
70	31.50
71	31.95
72	32.40
73	32.85
74	33.30
75	33.75
76	34.20
77	34.65
78	35.10
79	35.55

Konversi sudut p	
p	**a**
80	**36.00**
81	36.45
82	36.90
83	37.35
84	37.80
85	38.25
86	38.70
87	39.15
88	39.60
89	40.05
90	40.50
91	40.95
92	41.40
93	41.85
94	42.30
95	42.75
96	43.20
97	43.65
98	44.10
99	44.55
100	**45.00**
101	45.45
102	45.90
103	46.35
104	46.80
105	47.25
106	47.70
107	48.15
108	48.60
109	49.05
110	49.50
111	49.95
112	50.40
113	50.85
114	51.30
115	51.75
116	52.20
117	52.65
118	53.10
119	53.55

Lampiran 3. Persamaan Volume Pohon Berdiri.

A. Sistim Metrik

Peubah Bebas	Persamaan
Satu peubah d	$V = b0 + b1\ D^2$atau $V = b0 + b1\ G$ $V = b1\ D + b2\ D2$ $V = b0 + b1\ D + b2\ D2$ $V = b0\ Db1$
Dua peubah d , h	$V = b1\ D^2H$ $V = b0 + b1\ D2H$ $V = D2\ (b0 + b1\ H)$ $V = b0 + b1\ D^2 + b2\ D^2H + b3\ H$ $V = b1\ D^2 + b2\ D^2H + b3\ DH^2 + b4H^3$ $V = b0 + b1\ D + b2\ D^2H + b3\ DH^2 + b4H$ $V = b0 + b1\ D^2 + b2\ D^2H + b3\ DH^2$ $V = DH^2/\ (b0 + b1\ D^2)$ $\log V = b0 + b1 \log D + b2 \log H$ $\log V = b0 + b1 \log (D^2H)$ $\log V = b0 + b1 \log D + b2 \log^2 D + b3 \log H + b4 \log^2 H$
Kombinasi d , h , he	$Vspruce = b1\ D^2 + b2\ D^2H + b3\ DH^2 + b4\ H^2 + b5\ D^2Hc$ $Vpinus = b1\ D^2 + b2\ D^2H + b3\ DH^2 + b4\ D^2Hc + b5\ DHB$
d, h, ki	$V = b0 + b1\ Hi\ D^2H = b0 + b1\ Di\ DH$ $V = b0 + b1\ Ki + b2D^2H + b3KiDH$
di	$V = D^2H\ [\ b0 + b1K + b2\ (1/KH)\ ]$

Peubah Bebas	Persamaan
d0,3h	$V = b0 + b1\ _{D0,3H}\ DH$ $V = [\ b0 + b1\ _{DD0,3H}\ H + b2H^2\ ]$ $V = b0 + b1\ D + b2\ H + b3\ D7 + b4\ DH + b5\ D^2 + b6\ H^2 + b7\ D7^2 + b8\ HD7^2 + b9\ D^2D7 + {}_{b10}\ DH^2D7$ $\log V = b0 + b1 \log D + b2 \log H + b3 \log Di$ $\log V = b0 + b1 \log (DiDH)$
Keterangan : V = volume (m^3) D = diameter setinggi dada (1,30 m) Di = diameter setinggi i meter D0,3H = diameter setinggi 0,3 dari tinggi total D0,5H = diameter setinggi 0,5 dari tinggi total G = bidang dasar setinggi dada H = tinggi total	

Sumber : Loetch, F & F. Zohrer, (1973 Asy'ari dkk., 2012)

B. Sistim Britis

ARITMATIK	
a . *Non Kelas Bentuk*	b . *Kelas Bentu*
$V = aD^2H$ $V = a + bD^2H$ $V = a + bD^2 + cH + dD^2H$ $V = a + bD + cDH + dD^2 + eD^2H$	$V = a + bFD^2H$ $V = a + bF + cD^2H + dFD^2H$

LOGARITMATIK	
a . *Non Kelas Bentuk*	
$V = aD^b$	$\log V = \log a + b \log D$
$V = aD^bH^c$	$\log V = \log a + b \log D + c \log H$
$V = a(D+1)^bH^c$	$\log V = \log a + b \log (D + 1) + c \log H$
$V = aD^bH^{(3-c)}$	$\log V = \log a + b \log D + (3-c) \log H$
$V = a(D^2H)^b$	$\log V = \log a + b \log (D^2H)$
$V = a(H/D)^bD^2H$	$\log V = \log a + b \log (H/D) + \log (D^2H)$
b . *Kelas Bentuk*	
$V = aD^2H^cD_u^d$	$\log V = \log a + b \log D + c \log H + d \log D_u$
Keterangan : V = volume (cu.ft)	Du = diameter puncak setinggi u ft H = tinggi total

Sumber : Banyard (1973) dalam Simon (1996 dalam Asy'ari dkk., 2012)

Lampiran 4. Model persamaan regresi

Peubah bebas	Model persamaan
Satu peubah D	$V = a + b \log(Dsd)$ $V = a (Dsd)^b$ $V = a + b \log(Dsd) + c (Dsd)$
Dua peubah d , t	$V = a + b \log(Dsd) + c \log(T)$ $V = a (Dsd)^b (T)^c$ $V = a (Dsd)^2 . (T)$ $V = a + b (Dsd)^2 . (T)$ $V = a + b (Dsd)^2 + c (T) + d (Dsd)^2 .(T)$ $V = a + b (Dsd) + c (Dsd.T) + d (Dsd)^2 + e (Dsd)^2.(T)$ $V = a + b (Dsd) + c (Dsd.T) + d (Dsd)^2 + e (T) + f (Dsd)^2. (T)$ $V = a + b (Dsd)^2 + c (Dsd)^2. (T) + d (T)^2 + e (Dsd.T^2)$ $V = \{(Dsd)^2 .T \} \{a + b (Dsd)\}$ $V = a (Dsd + 1)^b + (T)^c$ $V = a (Dsd)^b + (T)^{(3-b)}$ $V = a \{(Dsd)^2 .T\}^b$ $V = a \{T/(Dsd)\}^b \{(Dsd)2.T\}$

Keterangan : V = volume pohon (m^3)

Dsd = diameter setinggi dada (cm) T = tinggi pohon (m)

Sumber : Asy’ari dkk. (2012)